

Música instrumental para órgão de tubos e electroacústica
3 Juno

Cláudio Miguel Andrade Fonseca de Pina

**Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Mestre em Artes Musicais
realizado sob a orientação científica de Prof.^a Doutora Isabel
Maria Antunes Pires**

Versão corrigida e melhorada após prova pública de defesa de grau de Mestre

Março, 2018

Para Ana Andrade e Maria do Rosário

AGRADECIMENTOS

Este trabalho seria impossível de concretizar sem o apoio de família, amigos e professores.

À orientadora desta dissertação, prof.^a Dr.^a Isabel Pires, peça fulcral e fio condutor deste projecto.

À família, pela sua paciência interminável e apoio incondicional em todos os instantes. Agradeço a Ana Fonseca, Rosário Cadete e ao Lucas.

Aos amigos, cito alguns que se envolveram no meu percurso; Vítor Rua, Hugo Paquete, Tiago Martins, Luís Marques da Silva e Margarida Tavares.

Aos professores, sem eles nada disto seria possível. Dedico esta dissertação ao seu trabalho, diligência e motivação. Os professores são um marco da história de qualquer aluno. Como Stephen Hawking nomeou: *On the Shoulders of Giants*. Cito alguns desses “gigantes” que tive a sorte de conhecer; Isabel Pires, Paulo Ferreira Castro, Paula Gomes Ribeiro, Rui Pereira Jorge, Vincent Debut, João Vaz, Eduardo Palma, Eurico Carrapatoso, César Viana, Jaime Reis, Miguel Azguime, Barry Truax e Adrian Moore.

Um especial agradecimento à Paróquia de Nossa Senhora da Ajuda, comunidade Vicentina e Pe. Francisco pela possibilidade de fazer este trabalho com um órgão histórico.

L'orgue est certes le plus grand, le plus audacieux, le plus magnifique de tous les instruments créés par le génie humain. Il est un orchestre entier, auquel une main habile peut tout demander, il peut tout exprimer. (Honoré de Balzac, *Histoire des Treize, La Duchesse de Langeais*, 1834)

Música instrumental para órgão de tubos e electroacústica

3 Juno

Cláudio de Pina

Resumo

Esta dissertação pretende, através da composição de uma obra instrumental para órgão de tubos e electroacústica, propor e desenvolver um método de composição. A proposta e desenvolvimento assentam na análise de repertório. A escolha do repertório baseia-se em todas abordagens que sejam inovadoras na busca de outros sons. Essas inovações são mecânicas, técnicas interpretativas do instrumento e abordagens diferentes na composição. Todos esses elementos são gravados e usados para transformação sonora.

É intuito deste trabalho interligar as duas práticas; a música instrumental para órgão de tubos com recurso a técnicas estendidas, e a música electroacústica baseada nos sons produzidos pelo instrumento.

O instrumento usado é o órgão de tubos histórico da Igreja Paroquial da N.^a S.^{ra} da Ajuda, construído no séc. XVIII pelo organeiro António Xavier Machado e Cerveira.

PALAVRAS-CHAVE: Órgão de Tubos, Electroacústica, Espacialização, Reverberação, Composição, Técnicas Estendidas, Gravação, Convolução, Granulação, Ligeti.

Instrumental music for pipe organ and electroacoustic

3 Juno

Cláudio de Pina

Abstract

The goal of this dissertation is to propose and develop a method for composition, through the creation of instrumental music for pipe organ and electroacoustics. This proposal and development is based in the repertoire analysis. The choice of the repertoire is based upon all the innovating approaches regarding sound. These innovations can be mechanic, instrument techniques and other composition approaches. All of these elements are recorded and used for sound transformation.

The aim of this work is to merge the two practices; the instrumental music for pipe organ with extended techniques, and electroacoustic music based upon the instrument sounds.

The instrument that was used is the historical pipe organ of the Parish of Our Lady of Help, built in the XVIII century by António Xavier Machado e Cerveira.

KEYWORDS: Pipe Organ, Electroacoustic, Spacialization, Reverberation, Composition, Extended Techniques, Recording, Convolution, Granulation, Ligeti.

ÍNDICE

Preâmbulo.....	iii
Introdução.....	1
I: Evolução do órgão de tubos.....	4
I.1. Técnicas estendidas em órgão de tubos.....	9
I.2. Repertório de órgão de tubos.....	14
I.3. Ligeti e o órgão de tubos.....	20
II: Laboratório.....	28
II.1. Exemplos e propostas de técnicas estendidas.....	34
II.2. Harmonia.....	40
II.3. Convolução.....	44
II.4. Granulação.....	48
II.5. Gravações.....	54
II.5.1. Resultado das gravações.....	61
III: Envolvente Temática.....	70
Conclusão.....	72
Bibliografia.....	74
Apêndice A: Glossário.....	77
Apêndice B: Partitura.....	80

Introdução

O intuito desta dissertação é a aplicação de um método sobre a composição de uma obra musical. A obra musical serve de laboratório de experimentação para um conjunto de questões. As questões levantadas remetem para a exploração sonora em música instrumental de órgão de tubos e música electroacústica. A problemática inicial desta dissertação remete para a possibilidade de iludir o ouvinte, de modo a não distinguir a origem do som. Ou seja, se é possível criar música instrumental e música electroacústica de modo que estejam interligadas ao ponto de o ouvinte ser iludido com o que ouve, se o que ouve está a ser produzido pelo instrumento ou é uma transformação sonora. Até que ponto será possível manter essa interligação. Até aonde consegue-se manter um fio condutor na exploração sonora do instrumento e ferramentas de processamento sonoro. Que ligações, conclusões e interpretações poderão ser feitas.

A obra consiste em composição de música instrumental para órgão de tubos e música electroacústica. A escolha de repertório a ser analisado é determinada pelo método, é catalogado para posterior investigação, todas as técnicas e efeitos possíveis no órgão de tubos, desde a sua génese até aos tempos modernos. Encontramos exploração sonora do órgão de tubos desde o Barroco até ao séc. XX. Essa exploração sonora é concretizada de duas formas. Através da parte musical (seja harmonia, escalas e ritmo) e exploração do instrumento em si, ou seja, a maneira como é tocado. Nesta segunda parte, essa exploração sonora começa por manipulação dos sons que o órgão produz, agrupados em registos e está interligado com a evolução do próprio instrumento. Com o avançar cronológico, na análise de repertório encontramos outro tipo de técnicas e efeitos. Essas técnicas, denominadas de estendidas, são usadas para obter resultados incomuns de produção sonora, seja por alteração do órgão, ser tocado de maneira diferente e manipulação de outros componentes do órgão. Essas técnicas e efeitos em órgão de tubos, terão de passar por uma experimentação, pois o instrumento em foco é diferente de outros órgãos de tubos e algumas técnicas tem outro tipo de resultado sonoro. O instrumento usado nesta obra é um órgão de tubos histórico, construído por António Xavier Machado e Cerveira em 1792. As técnicas no órgão de tubos histórico são usadas para a música instrumental e o resultado sonoro é gravado para ser usado na música electroacústica. Desta forma é estabelecida uma ligação entre a música instrumental e a música electroacústica. A parte instrumental é composta por

dois eixos. Um eixo é a harmonia e escalas usadas. Neste caso, procura-se um campo harmónico que tenha uma ligação e favoreça o instrumento, após a análise de repertório é escolhido um campo relacionado com a composição de Alexander Scriabin (1872-1915), Igor Stravinsky (1882-1971) e Olivier Messiaen (1908-1992).

O primeiro capítulo da investigação foca-se no funcionamento de um órgão de tubos e sua evolução, interligado com o modo como os compositores interagem com este instrumento. O critério para a escolha de repertório está relacionado com todas as tentativas inovadoras no instrumento. Que técnicas foram desenvolvidas, que evoluções do instrumento, paralelamente com a composição.

A acústica do espaço de uma igreja, local habitual onde residem estes instrumentos, é um factor condicionante. A reverberação é um valor considerável e tem de se ter em conta, antes de criar o laboratório de experimentação e posterior gravação. Este factor da alta reverberação de igrejas também é mencionado por compositores e construtores de órgãos e faz parte da memória sonora que um ouvinte tem do instrumento. A gravação e a análise da reverberação são outro factor para a concretização da parte laboratorial deste trabalho e mais uma ferramenta de experimentação. A recolha, escolha e catalogação de todos os sons é necessária.

Como objectivos, temos a concretização de uma parte laboratorial ligada ao som produzido pelo instrumento. Outro objectivo é a aplicação das técnicas estendidas. Estes dois objectivos formam uma simbiose.

As práticas composicionais de música para órgão de tubos são investigadas até encontrar dados de relevo para esta dissertação. Ao fechar o campo de estudo do repertório para órgão de tubos, três obras de Györgi Ligeti (1923-2006) destacaram-se, *Volumina* (1962), *Harmonies* (1967) e *Coulée* (1969). Ao analisar a sua obra (cap. I.3.) encontramos elementos de interligação que podem ser usados no laboratório composicional desta obra.

A escolha das ferramentas de transformação sonora é feita de acordo com os objectivos. Iludir o ouvinte, interligar o instrumento com a manipulação sonora. É usada a granulação (cap. II.4.) e convolução (cap. II.3.) para a manipulação do material sonoro. A granulação é eficaz com sons longos e convolução para sons curtos e manipulação da reverberação.

Apesar de existir nomenclatura e notação musical sobre técnicas estendidas em órgão de tubos, é feita uma proposta de outra nomenclatura e notação musical para todas as técnicas usadas neste trabalho (cap. II.1.), assim como a elaboração de um glossário de termos (apêndice A).

Todos os resultados de laboratório são catalogados. A investigação de repertório, faz avançar a experimentação no instrumento e conseqüente gravação e transformação sonora. Portanto são três caminhos que estão interligados e avançam ao mesmo tempo e no mesmo sentido.

Em suma, este trabalho realiza a continuidade do que foi feito neste campo, mantendo os mesmos preceitos filosóficos, mas oferece outra atitude e perspectiva de como se pode compor para música instrumental e música electroacústica. Uma tripla hélice, onde a investigação, o instrumento e a electroacústica se entrelaçam ao longo do eixo temporal. Uma metodologia com um lado laboratorial que confere um fio condutor à concretização da obra; música instrumental para órgão de tubos e electroacústica.

São enumerados quatro passos a concretizar para a realização da obra a que nos propusemos.

1. Recolha de material sonoro

- Gravar sons do instrumento histórico no espaço acústico
- Aplicar técnicas estendidas em instrumento histórico

2. Análise da recolha de material sonoro

- Analisar a reverberação
- Analisar as técnicas estendidas em instrumento histórico
- Analisar as propriedades do material sonoro

3. Aplicação dos resultados

- Escolher material para ser transformado
- Escolher material para ser interpretado no instrumento
- Concretizar um impulso de resposta da reverberação do espaço

4. Interligação do resultado

- Conjuguar a parte instrumental e a electroacústica.

I. Evolução do órgão de tubos

O órgão de tubos é um instrumento com imensas variações desde a sua criação. Muitas dessas variações são preferências ditadas pela geografia, época e construtores de órgãos. Outros instrumentos seguiram a sua evolução até um formato padronizado, enquanto que cada órgão é um instrumento individual. Uma outra causa é a relação íntima entre o órgão e o espaço em que se encontra, seja ele uma igreja, teatro ou sala de concertos. A evolução tecnológica e sua influência na composição são traçadas cronologicamente, em função do relevo para este trabalho. A evolução do instrumento representa a exploração da sua capacidade sonora.

A história do órgão de tubos é referida até antes do período Romano. Mas só em 1400 é que o órgão assume uma forma mais consistente e formal, semelhante à imagem familiar que temos do instrumento. O acrescento de diversos materiais e tipos de tubos remete para a imitação de outros instrumentos. Assim como a nomenclatura usada para designar esses sons¹. A era mais importante no desenvolvimento do órgão é o princípio do séc. XVI e finais do Barroco, quando a composição para este instrumento atingiu o seu zénite. No Norte da Europa Protestante, instrumentos de grande qualidade e complexidade foram criados para esse efeito. Compositores e organistas, acompanhavam os desenvolvimentos dos construtores com muita atenção. Compositores como Johann Pachelbel (1652-1706), Dieterich Buxtehude (1637-1707) e Johann Sebastian Bach (1685-1750) reflectem essa intenção, a intersecção entre tecnologia e a arte. Por exemplo na *Toccata em Fá Maior*, BWV 540² que inclui duas partes para pedaleira, que necessita de uma extensão fora do vulgar, onde é necessário um Fá, uma 4.^a acima da extensão regular dos órgãos naquele tempo. Sem o avanço tecnológico, não seria possível a construção dessas pedaleiras.

Tecnologicamente os avanços mais significativos podem ser sumariados da seguinte forma: Até ao fim do séc. XV, os grandes órgãos são constituídos por uma enorme e indivisível fileira de tubos, que consistiam em todas as frequências da série dos harmónicos, formando um bloco (Owen, 1997, p.4). Nas décadas seguintes esse bloco³ é dividido em diversos registos e sons, principalmente a separação do registo de

1 A nomenclatura usada para categorizar os sons do órgão chama-se de registo. A cada grupo de registos pode-se chamar um nome de acordo com o tipo de som. Por exemplo: Flautados.

2 BWV 540, a *Toccata* foi composta por Bach em 1714 e a fuga em 1731.

3 Bloco ou *blockwerk* em alemão. O bloco é a caixa onde estão inseridos os registos. Órgãos com esse bloco não poderiam mudar de registação facilmente, portanto alguns, para terem registos diferentes com capacidade de alterar, teriam de ter blocos diferentes.

oito pés (8')⁴, para acompanhamento com menor volume de som. O desenvolvimento tecnológico do instrumento é exemplificado séc. XVIII com instrumentos construídos pelos organeiros Arp Schnitger (1648-1719) e Gottfried Silbermann (1683-1753).

We must keep in mind that the organ represented one of the most complicated machines in existence from the sixteenth through the eighteenth centuries. The sound producing miracle behind an ornamental and symmetrical facade (...) embodied the science of mechanical engineering, physics (acoustics), chemistry (metallurgy), and mathematics as well architecture and the handicrafts of carpentry and plumbing (Wolff, 2000, p.142).

O desenvolvimento é feito de tal forma, que até hoje em dia, existe uma padronização da nomenclatura dos registos de órgão. Desde *organo plenum* no Norte da Alemanha, até o seu equivalente *full organ* em Inglaterra, *grand chœur* em França ou *cheio* em Portugal⁵(Vaz, 2013, p.160). Estas descrições sugerem uma gama de sons específica e reconhecida não só pelos organistas mas compositores e ouvintes.

Com a Revolução Industrial, os construtores fizeram mais inovações nos instrumentos, como acção pneumática, electrónica, em vez da antiga acção de tracção⁶. Algo que abriu mais possibilidades para a composição do instrumento.



fig. 1: Mecanismo de tracção mecânica. Pormenor do órgão histórico de Xavier Machado e Cerveira.

-
- 4 8' (oito pés) é a nomenclatura usada para os registos de órgão. Um registo de 8' significa que cada tecla está relacionada com a altura da nota na partitura directamente. Enquanto que um registo de 4' soará uma oitava acima. A designação também está interligada com o tamanho do tubo.
- 5 Cheios é um grupo de registos que contêm diversos intervalos, o resultado é um som rico e brilhante.
- 6 Sistema de tracção manual é o sistema usado pelo teclado em órgãos de tubo. Este sistema é completamente mecânico, sem qualquer tipo de electrónica.

A electricidade tem um efeito determinante no instrumento, tanto musicalmente (composição e interpretação) como tecnologicamente. Sem necessidade de um fole manual o órgão podia ser tocado graças a um motor. Os órgãos podiam ter mais tubos, e logo, mais volume de som. Um sistema eléctrico e/ou electrónico podia gerir os registos. Os seus tubos, podiam ser dispostos em sítios separados e não confinados à proximidade do manual e caixa. A nível de arquitectura e design o uso da electricidade abre um leque enorme de vantagens.

Os textos sobre a história do órgão (Sunmer, 1973) retratam a evolução na história do instrumento e comprovam a grande diferença entre os instrumentos. Encontramos em textos sobre construção de órgãos por Audsley (1919) e Klotz (1965) onde os construtores exploram outros factores mecânicos de afinação e materiais. A questão de afinação e temperamento sai fora do âmbito deste trabalho⁷.

A busca por outro design de órgãos de tubos, começou a partir do momento em que o instrumento foi criado, mesmo antes da época de Bach, e presentemente difere muito das suas práticas iniciais, apesar de continuar a ser o mesmo instrumento.

Através dos registos manipula-se a forma como o ar chega aos tubos, podendo-se escolher accionar só certos grupos. Através de um teclado, controlamos que nota desse grupo de tubos irá soar. Numa breve abordagem, a mecânica de como um órgão fundamentalmente funciona, levanta algumas questões e conclusões.

O órgão produz um som contínuo, enquanto se pressiona a tecla. Enquanto a tecla é pressionada, o instrumentista só controla a duração. Não controla a intensidade, o ataque da nota, o decaimento e o espectro tímbrico. Todos estes factores estão intrinsecamente ligados à mecânica do instrumento e fora do âmbito do controlo do instrumentista. Para alterar o timbre do som, só com a manipulação dos registos. Por aqui compreendemos o porquê da evolução do instrumento, como tentativa de colmatar esta característica. A expressividade no órgão de tubos, sempre foi alvo de debate, mesmo na época da sua génese, existem outros instrumentos com maior capacidade de expressão, acesso a *vibrato*, dinâmica e *glissando*. O único factor a favor do instrumento é o controlo máximo que o instrumentista tem na duração da nota. A articulação, início e final da nota, juntamente com a reverberação do espaço são a expressividade do instrumento.

7 No caso específico do órgão usado este oscila sazonalmente entre 430 Hz a 440 Hz devido à temperatura e humidade. Todo o material sonoro do órgão foi gravado e tocado a 430 Hz.

Algo se pode dizer também em relação à sua dinâmica, dado que o volume sonoro do órgão também não é algo que se possa controlar facilmente. O uso de registação variada, que possibilita a diferença dinâmica entre um fortíssimo e um pianíssimo, é a solução. Ao longo da história, recorrendo a diversos mecanismos, começou a ser mais fácil para o instrumentista, mudar rapidamente o conjunto de registos.

No caso de órgãos históricos, existem algumas diferenças de construção, onde em alguns países se optou por diversos manuais com registação independente. No caso específico do órgão ibérico, que é o instrumento a ser usado na composição, a ingenuidade da organaria portuguesa permite essa mudança apenas com um teclado⁸(Vaz, 2013, pp.162 - 4). Mas estas modificações não alteram o volume de som gradualmente ao longo do tempo. O construtor Audsley adiciona uma caixa com persianas à volta dos tubos com o intuito de poder controlar o volume do instrumento. Dessa forma, através de um pedal que abria e fechava as persianas tornava o instrumento mais ‘expressivo’ (Audsley, 1919, pp. 482 - 4).

Para controlar o timbre do instrumento, o órgão de tubos usa vários registos para esse efeito. Os estudos de registação por diversos autores, como Owen (1997), levam a crer que é a perspectiva musical e a linguagem da época que são determinantes, ou seja que o repertório e a registação estão interligados. Em textos de Dupré (1972) e Messiaen (1986) é encontrada uma atitude muito diferente e longe do instrumento de Bach, que afectam a composição e técnica do instrumentista. Apesar do instrumento estar interligado com diversas disciplinas como engenharia e física da época, a existência de uma variedade de sons, comprova a necessidade de aplicar a tecnologia acessível em função de uma procura de outros timbres.

No caso específico do instrumento usado na composição, no órgão de tubos histórico português, existem pisantes com sons de diversos tipos, como o de pássaros⁹. A este facto, podemos encontrar uma procura de outro tipo de sons para a interpretação de repertório da época. De outra forma podemos assumir uma tentativa acusmática¹⁰.

8 A mudança de grupos de registo no órgão histórico português é feita com o recurso a pedais, chamados de pisantes. Com esses pisantes consegue-se anular o grupo de cheios e palhetas. A ingenuidade a que se refere é devido ao facto de se usar só um someiro (bloco) para os grupos de registo.

9 O órgão histórico português, com o recurso a pedais, tem acesso a vários sons que não tem relação com notas musicais. Sons de pássaros, tambores e campainhas eram usados na altura.

10 Tentativa acusmática, devido ao facto de estarem a tentar imitar outros sons.

Existe no instrumento de órgão, uma procura ao longo dos séculos, de outros sons. Apesar de o repertório histórico se manter, e ser tocado, o avanço tecnológico é feito.

No órgão, em 1957, o compositor e organista sueco-canadiano Bengt Hambraeus (1928-2000), compõem uma obra para órgão, com sons de órgão manipulados em fita magnética, *Konstellationer 1* e *Konstellationer 2*. São exclusivamente compostas em fita magnética e *Konstellationer 3* é exclusivamente para órgão solo. Esta procura de outros sons por Hambraeus, relacionada com o órgão, é pertinente para este trabalho.

Numa compilação de repertório por Snyder, o próprio fala de uma ‘nova era de composição para órgão’ (Snyder 2002 p, 303). Nesta nova era, três obras de Ligeti se destacam como relevo para este trabalho, *Volumina* (1962), *Harmonies* (1967) e *Coulée* (1969). A característica fundamental de Ligeti e suas composições para órgão é a atitude como se confronta com o instrumento. De certa forma produz um estudo seminal, em relação ao som produzido por um órgão e técnicas alternativas a que o organista tem acesso (Toop, 1999, p.92).

Ligeti teve contacto com diversos movimentos artísticos na Europa que influenciaram a sua obra. O carácter *Avant-Garde* de suas obras de órgãos de tubos é pertinente para este trabalho e responde em parte à problemática inicial, se é possível iludir o ouvinte com o som do órgão. Ligeti com as suas obras de órgão desafia a audição do ouvinte, pondo-o em questão sobre a origem do material sonoro que ouve e a ligação com a sua proveniência, o órgão de tubos.

Such became the image of the phantom restless phalanx of the twentieth century avant-garde: always on the move, always locked into the new, always a step ahead. Deep in this model is an unquestioned teleology – a confident acceptance of direction and future. Avant-Garde is a concept inseparable from idea of progress (Cutler, 2006, p.8).

Em vez de se construir um instrumento para o compositor, o compositor adapta as possibilidades do instrumento, de tal forma que altera a morfologia sonora do próprio instrumento, como é bem claro em *Volumina*. Este facto também está exemplificado nas obras de Ligeti após 1958. Como o compositor John Cage afirma é necessário encontrar o ‘próximo passo’.

I'm searching for what the next step is in any field. What next step is implied (...) we must be open if we're interested, as I am and still am, in what is called avant-garde. We must all remain open to what seems to be necessary, not to us as persons but to us as members of the musical society (Duckworth, 1995, p.28).

Os passos que levam até à composição de *Volumina* são fundamentais, porque focam a atenção no instrumento de uma maneira distinta do passado.

A contribuição de Hambraeus influenciou Ligeti na composição de *Volumina* (Herchenröder, 1999, p.49).

O advento da acessibilidade à tecnologia, na viragem do século, foi um factor enorme para a música criada por computador. Essa acessibilidade é referida por Hans Koch, sobre a sua peça para órgão e electrónica *Paradiso Infernale* (1997): “the sound of the piece itself was already quite strange, so I didn't have much equipment for processing anyways. I had just bought my first computer”. Neste caso específico, as obras de Koch são os primeiros exemplos de música para órgão com manipulação em tempo real. O compositor refere:

Looking back, I'd say it was a crude mix of ring modulation, some very cheap echo, filtering and some oscillators. I used a lot of feedback also fed through the echo. The truth is, that I didn't have much money at that time (not that I would now), so started building my own circuits. They mostly worked, but had a peculiar sound. And then, failure sometimes has its own beauties (Koch, 2008, comunicação pessoal a Andrew Balckburn).

I.1 Técnicas estendidas em órgão de tubos

Na tese *Extended Piano Techniques*, Vaes (2009) elabora diversas técnicas aplicadas ao teclado. A existência de efeitos como ‘trovão’ e ‘canhão’¹¹(Sumner, 1973), são efeitos que se encontram em repertório de órgão histórico português. Podemos assumir que o carácter de improvisação e interpretativo do instrumento, gerou ao longo dos séculos, técnicas e efeitos que posteriormente desembocam em técnicas estendidas.

11 ‘Trovão’ e ‘canhão’ seriam referências a certas técnicas usadas na altura em órgão histórico. São efectuados através de *clusters* na região grave do teclado com o intuito de replicar um efeito sonoro.

The cluster remains a programmatical device until the early 20th century, when it is liberated to function musically (...) [in the nineteenth century it] continues its powerful *Judex crederis* tradition with advanced developments in moving and accessory-operated clusters, and is joined by a new related genre: the idyll interrupted by storm (Vaes, 2009 p.980).

Técnicas estendidas em órgão de tubos podem ser categorizadas em duas formas, conforme o seu efeito: Técnicas gerais e técnicas de vento (Bohm, 2000).

Em técnicas gerais encontramos três exemplos de como se pode tocar o teclado fora do âmbito regular, com o recurso a pesos, cunhas e polegares. Apesar de com cunhas e pesos se obter o mesmo efeito, sustar indefinidamente uma tecla, ambos têm técnica e preparação diferentes. O caso de uma cunha tem de ser inserida no espaço entre duas teclas, portanto afecta duas teclas, a que desce e a adjacente. O caso do peso, simplesmente se posiciona na tecla a produzir o efeito. O uso de polegares é usado em órgãos com diversos manuais, usando um polegar num manual e o resto dos dedos noutro manual; usada no fim do séc. XIX caindo em desuso depois de 1930 (Ibid. 2000). Neste trabalho não será utilizada esta técnica, porque o órgão histórico só tem um manual.

A cunha poderá ser uma objecto de madeira que é inserido entre duas teclas, tendo como antecipação ao uso o posicionamento numa zona do teclado que não será usada ou outro manual, pois o seu peso não é o suficiente para pressionar a tecla. Os pesos, são constituídos de um metal denso, como chumbo, aço, níquel, bronze ou outro tipo de liga ou mistura. Para o uso de pesos, tem de se ter atenção ao peso necessário para pressionar a tecla. O uso de pesos é historicamente notado desde o séc. XVIII até 1930, pelo compositor e organista alemão Siegfried Kard-Elert. Como exemplos mais modernos de música para órgão de tubos temos Iannis Xenakis (1922-2001) em *Gmeeeoorh* (1974) e Frederik Neyrinck (1985) em *Australapnea (Mischung III)* (2010). Nestes exemplos o organista necessita de assistentes para realizar a registação e aplicação de pesos.

Num órgão histórico com sistema de tracção é necessária maior pressão que um piano ou órgão com sistema de acção electrónico. A melhor forma de descobrir o peso necessário é empilhar moedas na tecla até atingir o peso suficiente para pressionar a tecla e depois pesar o somatório das moedas usadas. Para este projecto foi utilizado

pesos de pesca, em forma de pirâmide quadrangular, que pesam 100 g. Convém ter atenção e medir a largura das teclas, pois os pesos de pesca são feitos em diversas formas; esféricas, octogonais e estelares e é necessário encontrar uma forma que tenha uma base suficientemente larga para exercer a pressão e atrito necessário para não escorregar ou cair. Para além desses aspectos tem de se ter o cuidado ao manusear os pesos, pois podem danificar o manual, como alternativa para um iniciante, recorrer a uma cobertura de feltro no peso como protecção.



fig. 2: Pesos nas teclas. Pormenor do posicionamento de pesos nas teclas órgão histórico de Xavier Machado e Cerveira.

As técnicas estendidas de vento podem ser divididas em subgrupos. No caso de órgão temos o exemplo de *Harmonies* de Ligeti, onde o fole é substituído por um aspirador. Ao mudar a fonte, o fluxo do ar, é modificado e altera toda a sonoridade produzida pelo órgão de tubos. Um tubo, que não tenha uma certa pressão de ar no seu interior, não faz a frequência fundamental correspondente ao seu tamanho. Neste projecto, como se trata de um instrumento histórico, não serão utilizadas quaisquer técnicas que modifiquem o instrumento. Não obstante, o acto de usar pressão variável na tecla ou o recurso de não usar a totalidade do registo aberto, produz outro tipo de sonoridade ao qual podemos referir como um subgrupo da técnica estendida de vento.

Ao modificar a pressão na tecla, modifica-se o fluxo de ar. Isto apenas funciona desta forma com órgãos que tenham um sistema de tracção no manual, um sistema electrónico torna-se impossível de obter este efeito (pois funciona ligado ou desligado, não tem gradação). O tubo (ou conjunto de tubos, dependendo da registação ou quantidade de teclas a serem pressionadas) não obtendo o fluxo de ar e pressão

suficiente para criar os seus pontos nodais habituais, comporta-se como um sistema não-linear, produzindo outras notas do espectro (Henriques, 2013, p.110), podendo através da variação de pressão da tecla, modificar a frequência e amplitude do resultado. Desta forma é possível criar *glissando*, *tremolo*, *vibrato* e até sons não-harmónicos. O efeito multiplica-se conforme a registação. Se existe uma registação com tubos de 8' e 4', cada grupo irá reagir de forma diferente, pois têm tamanhos diferentes. Assim como usar tipos de registos diferentes. Um tubo flautado tem um comportamento diferente de uma palheta, onde se consegue fazer uma maior gama de *glissando*.

Usar meio-registo, ou gradualmente fechar ou abrir o registo, produz um efeito similar mas com menos controle, para além que requer duas mãos. Uma para manusear o registo e outra para sustentar a tecla. Neste caso, como solução para libertar uma mão, pode-se recorrer a pesos em teclas, para variar a registação. O efeito sonoro é similar à variação de pressão na tecla, apesar de ser muito menos sensível e poder-se manter o registo aberto numa zona que produz o efeito desejado.

Ligeti usou estas técnicas nas suas obras para órgão de tubos, como foi referido anteriormente e dessa forma, apesar de já terem sido utilizadas previamente, passaram a ser populares. Encontra-se o uso desta técnica em outros compositores como Hans Koch, Giacinto Scelsi e Luigi Nono. Koch refere que a peça *In Nomine Lucis* (Scelsi, 1974) foi influente no seu trabalho com técnicas de exploração sonora. Compositores exploram esta 'inimaginável expansão de timbre' (Herchenröder, 1999), a respeito da variação de pressão na tecla e abertura de registo. Actualmente é explorado por compositores como Annie Hseih e Frederik Neyrinck, citando apenas alguns.

Estas técnicas estendidas de variar a pressão e abertura de registo só podem ser usadas em instrumentos que tenham acção mecânica de tracção, como foi referido anteriormente. Portanto muitas destas obras requerem um contacto entre compositor, órgão de tubos e organista. No caso do sistema de tecla de um órgão de tubos histórico, as teclas estão mecanicamente ligadas por um sistema de pivot a linguetas de madeira que consequentemente abrem a passagem de ar no someiro, onde estão inseridos os tubos. O mesmo se aplica aos registos, que no caso de instrumentos históricos, abrem directamente a fileira do conjunto de tubos a que corresponde o registo. Em alguns instrumentos, a registação é accionada por meios eléctricos ou electrónicos e não existe o meio termo entre aberto e fechado.

A afinação/desafinação também pode-se considerar outra técnica estendida, mas mais uma vez o propósito não é alterar o instrumento mas sim produzir outra gama de sons. Para além de que os órgãos são configurados em diversos tipos de diapasão e temperamentos, conforme a época ou repertório. Neste trabalho o instrumento encontra-se a 430 Hz em temperamento igual. Alguns registos apresentam outra afinação, como Vox Humana, que produzem batimentos de harmónicos.

O uso de outros sons do órgão, como utilizar a caixa ou consola, com ou sem amplificação tem sido utilizado por vários compositores desde a década de 60. Kagel em *Improvisation Ajoutée* e *Fantasia com Obligati* usa muitas dessas técnicas, que podem ser reutilizadas em qualquer órgão, seja histórico ou electrónico. Neste projecto não serão utilizadas essas técnicas, por uma questão estética e lógica da metodologia aplicada. A premissa é encontrar sons de relevo e elevar a abordagem de Ligeti ao órgão, que se baseia nos novos paradigmas sonoros de Colónia e Darmstadt.

A nomenclatura utilizada em órgão é a medida do tubo, em pés. Cada medida corresponde a uma altura de som. Conforme a registação do instrumento, existe uma variedade e combinação de registos imensa num órgão de tubos. Um tubo metade do tamanho equivale à diferença de uma oitava. Desde 32', 16', 8' (que é o unísono da nota escrita) 4', 2' e 1'. Existe também a variável de um tubo ser aberto ou fechado, inteiro ou metade. No caso de aberto e fechado a diferença de altura é de uma oitava, para além da característica sonora. Desta forma a tessitura de um órgão de tubos, não é limitada à extensão do teclado, podendo formar acordes com várias oitavas recorrendo a registos. Existem também chamadas mutações, ou seja, fracções que produzem outro tipo de intervalos. Nestes casos depende da origem do órgão, época e efeito que se deseja. Em suma os intervalos que se encontram mais é 4.^a, 5.^a e 3.^a com a variação de oitava. Alguns destes registos contribuem para o espectro harmónico, se tiverem a fundamental inserida na fundação, ou seja, o som mais grave. Desta forma o órgão de tubos comporta-se como um sintetizador aditivo de série de harmónicos. De modo que pode-se utilizar combinações de registos para produzir dois ou mais intervalos, ou um espectro harmónico rico e brilhante. Ao utilizar de outra forma, podem-se encontrar combinações, que não são as mais utilizadas, como usar somente as mutações de registo, sem a fundamental.

Respectivamente no órgão histórico português, existe o uso da divisão do teclado em dois. Baixos e Típles¹² podendo-se ter registação independente de cada divisão do teclado. Alguns registos podem até ser diferentes no lado esquerdo e direito, existindo o recurso de várias oitavas para realizar tarefas impossíveis num teclado só. A dinâmica é efectuada com a mudança de registação, com o recurso a pisantes ou pedais, que alteram a combinação de registo. Conforme o organeiro ou origem do instrumento, pode ser diferente de instrumento para instrumento. Na generalidade de instrumentos históricos existem pisantes para anular Cheios¹³ e Palhetas¹⁴. A secção de Flautados¹⁵ permanece inalterada ao anular através dos pisantes a combinação atrás referida, desta forma consegue-se a dinâmica exigida e amplamente explorada em repertório típico do instrumento.

A adaptação de técnicas estendidas ou outras técnicas é possível de ser feita num órgão histórico português. Algumas têm outro comportamento sonoro, mas em suma, apesar de terem outro resultado, a intenção é a mesma.

I.2 Repertório de órgão de tubos

O órgão de tubos é representado na música ocidental desde o *Codex Faenza* 1400 (Wollenberg, 1989) até os tempos modernos. Numa breve inspecção ao repertório do instrumento encontramos compositores como Anon (1400). Frescobaldi (1600), Bach (1712), Mendelssohn (1844), Liszt (1846), Reger (1892), Messiaen (1936) até Ligeti (1962).

O órgão de 1400 até ao fim do barroco cumpre sempre a mesma função de instrumento acompanhador ou solista. Mesmo com a tecnologia adquirida com o advento da Revolução Industrial o órgão continua a cumprir essa função.

O compositor Franz Liszt (1811-1886) com *Fantasia on B.A.C.H.* (1855) usa o órgão como veículo para a sua primeira demonstração de um conteúdo musical octatónico, escalas com oito notas, onde evidencia o cromatismo. Na última fase da sua

12 Típles, termo arcaico português que designa Soprano. No caso de órgão histórico refere-se à parte à direita do teclado, usualmente dividido em dois. A parte da mão esquerda refere-se como Baixo.

13 Cheios é a denominação de uma combinação geral de registos com carácter brilhante e equivalente a *f*, forte.

14 Palhetas é a denominação de uma combinação de registos de tubos cónicos ressoadores dispostos na horizontal na fachada do órgão histórico. Também chamados de palhetas em chamada. Sonoridade característica da organaria ibérica.

15 Flautados é a denominação de uma combinação de registos. Tem a característica de representarem a fundamental de um espectro. São equivalentes a um *p*, piano.

vida, Liszt, usou o órgão fora da função e tipo de composição aplicada ao instrumento até à altura. Ao usar um método composicional diferente do usual para o instrumento, afasta-se do tonalismo e abre novas possibilidades.

O compositor Max Reger (1873-1916) também explora os limites do tonalismo e usa o órgão para esse efeito. Reger na sua obra *Introductions* (1895-1899) cria uma forma de atonalidade, através do recurso ao cromatismo e escalas octatónicas, tendo especial cuidado com a escolha de registação. Procura não só um efeito estilístico, baseado nas suas metodologias, mas também uma noção de timbre. Sobre a obra *Introductions* de Reger, Harrison diz:

On timbral grounds alone, [ensures] there is hardly any tonality operation in measures 5-6 to measure 10 (...) Tonality is maintained through a notational fiction ... but notation aside, the actual sonic effect is essentially low-frequency noise (Harrison, 2004, p.668).

Mais uma vez o órgão de tubos, foi usado como veículo de experimentação. Neste caso, o atonalismo. A formalização e prática consciente do atonalismo de Schoenberg (1874-1951)¹⁶ é o culminar dessa linha de pensamento.

O organista Verkarde refere o organista Charles Tournemire¹⁷ (1870-1939), como sucessor no tratamento da registação e o uso do teclado. Em *L'Orgue Mystique* (1927) Tournemire usa técnicas similares de registação que se irão encontrar depois na música de órgão de Olivier Messiaen (1908-1992). Ambos usam registos de outra forma do que era usado até altura, onde uma fundamental é ligada a diversos harmónicos. Este pensamento lateral à composição revela o impacto que o som do órgão em muitos compositores para o experimentalismo.

Com Messiaen e obras como *La Nativité du Seigneur* (1935) e *Le Banque Céleste* (1928) são incorporados muitos elementos estruturantes com o cuidado de obter sons específicos, seja com recurso a usar partes do teclado e pedaleira fora do âmbito usual, ou combinação de registação incomuns. Messiaen inova em outra direcção, quando adopta uma forma de serialismo, onde organiza os elementos musicais como a intensidade e a duração, para além da nota. O seu interesse por ornitologia é

16 Arnold Schoenberg e o seu desenvolvimento do dodecafonismo, um sistema de organização de altura musical onde as 12 notas da escala cromática são tratadas de igual forma.

17 Charles Tournemire foi o organista sucessor de César Franck.

manifestado ao compor obras para órgão com transcrições suas de melodias de catos de pássaros.

As for my *Livre d'Orgue* (1951), it's important for its rhythmic sophistication and conception of durations. In the last piece of *Livre d'Orgue*, *Soixante-quatre durées*, I've tried to make the listener grasp some extremely long note values whose differences are exceedingly minute. This is very difficult for a human being to appreciate. We are average-sized creatures of medium height and, alas! Of average thinking capacity... we're half-ways between microcosm and macrocosm. So we perceive very long durations with difficulty (...) For example, take a duration of sixty-three 32nd notes and a duration of sixty-four 32nd notes: both are very long and the difference between them is almost imperceptible (...) It was perilous to treat these durations in series with some regular rearrangement – going from the outer extremes to the centre, then combining them in retrograde canon and making their division audible (Messiaen, 1986, pp. 118-9).

No séc. XX foram desenvolvidas inúmeros estilos musicais, que desafiaram a maneira como o órgão de tubos é reconhecido. Como o órgão é interpretado e até como o ‘som’ que o instrumento deveria ter. Em 5 de Junho de 1930, o organista Fritz Heitmann (1891-1953) escreve um artigo para a *Deutsche Tonkünstler-Zeitung*¹⁸, que inclui alguns dos seus pensamentos, sobre o som dos órgãos de Schnitger, Silbermann e seus contemporâneos.

The tart freshness, the highly original quality of characteristic dispositions became a revelation to many. It was as if the phenomenon of organ sound had found its purest embodiment in those instruments long before our time and as if we had strayed all too far from its ideal expression (...) and as much as we wish to adhere to this organ ideal we – organ builds and organ performers – must try to direct this fountain of youth into our time and use it creatively for contemporary tasks (...) But there is strong interest, and musicians of our time have responded to the true quality of the organ much more readily than the romantics who composed organ music (Heitmann, Tr. Mann, citado em Snyder, 2000 p.263).

Nesta citação, emerge uma prática de expressão, reunindo organistas, compositores e organeiros, com ênfase na exploração sonora do órgão. A referência aos compositores

18 *Deutsche Tonkünstler-Zeitung* é um periódico alemão, onde vários autores publicaram artigos e ensaios sobre música, especialmente a ‘nova música’. Publicado deste a viragem do séc. XX.

românticos é essencial para compreender que pouco foi alterado no órgão de tubos, apesar do avanço tecnológico feito no instrumento. A incorporação deste ideal é reflectida em 1949 pela firma Marcussen, dinamarquesa, na construção do órgão na igreja de Oscar em Estocolmo. Nessa igreja é construído um instrumento de grande dimensão onde cada divisão de registo se encontra separada, não só no espaço, mas no timbre. A disposição de grupos de tubos e registos em vários locais na igreja é comparável com um *Acousmonium*¹⁹ ou a disposição de altifalantes em sistemas multicanal para a difusão de música electroacústica. Bengt Hambraeus, foi pupilo de Alf Lindner, o organista nessa igreja e pode-se assumir que a sua composição para órgão deve-se ao facto de ter contacto com esse instrumento, assim como com o contacto com o grupo de Darmstadt.

O ênfase em timbres extremos, o uso de *clusters*, procura de outros sons e experimentação de outras técnicas caracterizam esta época. Desembocam em *Volumina* de Ligeti. Ao analisar as notas de programa desta obra percebemos o intuito do compositor e acompanham a partitura gráfica para a interpretação da obra no instrumento. A maneira como se consegue agrupar grupos de notas e frequências no órgão, o modo como o ritmo pode ser usado num espaço reverberante e a semelhança com uma orquestra é a nova atitude necessária para um compositor.

O festival de verão em Darmstadt, evento anual onde muitos dos compositores citados se encontravam e trocavam ideias, tem o seu impacto para esta atitude. A visão do órgão de tubos de Messiaen continua a ter os seus frutos, apesar da incontornável importância de *Volumina* de Ligeti.

I have composed some combinative works. I did research, always doing my best not to damage the sound quality (...) a piece of music must be interesting, it must be beautiful to hear, and it must touch the listener (...) I was very annoyed over the absolutely excessive importance given to a short work of mine, only three pages long, *Mode de Valeurs et D'Intensités*, because it supposedly gave rise to the serial explosion in the area of attacks, durations, intensities, timbres – in short, all its musical parameters. Perhaps this piece was prophetic and historically important but musically it's next to nothing (Messiaen, 1994, p.47).

19 *Acousmonium* ou acusmónio é um sistema de difusão, criado por François Bayle no GRM em 1974. Consiste em diversos altifalantes de diversos tamanhos, formas e timbres com o intuito de difundir o som de música electroacústica em fita magnética num espaço.

Exemplos mais recentes do uso de outras técnicas em órgão de tubos:

- *Clusters - Behold a Pale Horse* (1943) de Stephen Montague (1943).
- *Elementa pro Organo*, op.52 (1965) de Egil Hovland (1924-2013)
- *Harmonias e Ressonâncias* (1996), *Livro de Órgão Ibérico* (1998 – rev. 2006), *Sete visões do Apocalipse* (1982), *Hû yeshûphekâ rô'sh* (2015) de João Pedro Oliveira (1959)
- Uso de pesos - desde o séc. XVIII que se usa pesos, principalmente em teclados com um compasso reduzido ou sem pedaleira, exemplos mais recentes como os de *Lake Constance* (1930) de Siegfried Karg-Elert e Iannis Xenakis em *Gmeeoorh*. Na obra de Xenakis, este usa placas de madeira para accionar diversos grupos de notas. Nas obras de órgão *Australapnea (Mischung III)* do compositor Frederik Neyrinck o organista e seus assistentes têm de estudar bem a partitura, para conseguirem dispor os pesos da melhor forma possível.
- Registos - Os exemplos são variados, pois passou a ser uma técnica usada nos mais diversos estilos. Citando *In Nomine Lucis* (1974) de Giacinto Scelsi e outros compositores mais recentes como Annie Hseih e Frederik Neyrinck onde encontramos uma aplicação diferente de registação.
- Sons do instrumento e amplificação - O uso de outros sons do órgão, como o bater na caixa, começam a ser usados depois da década de 60 e muito utilizados por compositores. Kagel em *Improvisation Ajoutée* e *Fantasia with Obligatti* (1967) usa com regularidade esses sons. A amplificação desses sons, ou de sons produzidos pelos tubos, mas que são praticamente ináudíveis, como Koch usou em 68, é usado de uma forma geral, mas num conceito performativo. Em *Vanitas* (2005), o compositor Steve Everett (1958), usa esses sons, mas com grande transformação, recorrendo a reverberação e *pitchshifting*.
- Modificação no sistema de vento - Depois de *Harmonies*, muitos compositores fizeram modificações nos órgãos para obter outros sons. Claro que este tipo de modificação, não era algo que os organeiros e construtores de órgãos tinham em mente para o uso dos seus instrumentos. Assim como os locais onde os órgãos existem, igrejas, tornava o feito ainda mais difícil de concretizar. Hambraeus e Scelsi, entre muitos outros compositores, em vez de optarem pelo método

evasivo de substituição do aspirador, removiam as pedras, que funcionam com balastro, de cima do fole (que faz com que o fole não funcione normalmente).

Outros exemplos de composição para órgão de tubos e outros processamentos:

- René Uijlenhoet, *Dialogo sopra i due sistemi* (2003), para órgão e sistema quadrifônico com electrónica em tempo real (Supercollider)
- Steve Everett, *Vanitas* (2005) para órgão e electrónica em tempo real (Kyma)
- Adrián Pertout, *Symétrie Intégrante* (2007) para flautas, órgão e sistema quadrifônico com electrónica em tempo real
- Lawrence Harvey, *Eight Panels* (2007) para órgão e electrónica em tempo real e sistema de difusão (Max/MSP)
- Warren Burt nas suas composições *Justice, Equality and Beatings* (1980) e *Recitative/Tracing(on guns and cock-fighting)*(1991) é usado o som do órgão na fita.

Estes compositores foram catalisadores para o desenvolvimento e entendimento de como se deveria tratar o som do órgão electronicamente, para além de uma expansão às possibilidades sonoras do órgão. As propostas de relocalização sonora também têm relevo para este trabalho, pois a espacialização sonora remete para a difusão de música electroacústica.

Depois de *Volumina*, muitos compositores seguiram o caminho de explorar as possibilidades do órgão de tubos. Para muitos o uso de computador, sintetizadores ou fita magnética é o caminho a seguir, depois do legado de Ligeti e as suas composições para o órgão de tubos. O compositor Mauricio Kagel em *Fantasia* para órgão (1961-62) desenvolve o timbre com o recurso a fita magnética. Warren Burst na sua obra *Justice, Equality and Beatings* (1983) usa sintetizadores²⁰ e desta forma cria outro paradigma no local.

O compositor Ron Nagorcka compôs obras para órgão e fita magnética desde 1974. *Pentaphone I* (1974) para órgão, percussão, trompetes e fita magnética; *St. Anne meets Godzilla* (1978) para órgão e fita e mais tarde *Tasmanian Toccata* (1991) para

20 O sintetizador usado é o Yamaha DX7, que aplica a síntese FM num teclado digital. A síntese FM (Frequency Modulation) foi criada por John Chowning em 1967.

órgão, MIDI²¹ e didjeridu. Mais recentemente, *Magpies back to Bach* (2003), *The Early Harmonic Explorations of Setpimus Mean* (2009) para órgão e MIDI, onde explora outras afinações possíveis. Este compositor usa material sonoro de cantos de pássaros, que depois transforma e usa em paralelo com o órgão de tubos. O compositor Hans Koch (1968) adapta as técnicas na sua obra para órgão de tubos e insere o uso de microfone (com um assistente) que se movimenta na caixa do órgão; muito semelhante ao procedimento de *Mikrophonie I* (1964) de Stockhausen.

I.3. Ligeti e o órgão de tubos

No que diz respeito a repertório de órgão de tubos, *Volumina* é a obra mais pertinente para este trabalho. O restante trabalho realizado por compositores como Mauricio Kagel, Warren Burt, Philip Blackburn, Kenneth Gaburo e Kaija Saariaho, citando alguns, retomam alguns elementos de *Volumina*. Alguns desses elementos como a electrónica em tempo real, gravações de sons em fita e outros métodos composicionais.

The organ attracted my interest on the one hand because of its astonishing richness of hitherto unexplored tone colours and possibilities; on the other hand, in particular, because of its weakness – its clumsiness, its stiffness and jerkiness. This instrument is like a massive artificial leg. It fascinated me to discover how one could learn to walk again with this mechanical limb (Ligeti, citado por Röhring, 1991).

O contacto de Ligeti com a música electrónica dos estúdios em Colónia (1957) fizeram-no experimentar a diferença entre sons estacionários, como acordes ou notas, e sons que têm outra dimensão, fora do âmbito da nota, que se transformam ao longo do tempo. (Toop, 1999, p.51) Estas características electrónicas são identificadas ao longo das suas obras não-electrónicas, como as já citadas *Atmosphères* e *Apparitions* onde Ligeti prefere usar a mesma filosofia, mas com um instrumento acústico. Identifica-se nas suas peças de órgão a mesma importância do tratamento sonoro Seguindo essa busca pelo timbre, Ligeti transforma o paradigma com a introdução de variadas formas diferentes de tocar o órgão.

21 MIDI, ou Musical Instrument Digital Interface, é um protocolo de comunicação para interfaces digitais. Permite a ligação entre vários instrumentos electrónicos e computadores, ao transmitir a informação sobre nota, duração e vários parâmetros. Um standard desde 1983.

Certas técnicas como, *clusters* realizados com a mão, cotovelo ou objectos, ou ligar e desligar o órgão, são efeitos que não eram praticados na época. Até 1770 era usual alguns destes efeitos, no repertório de órgão. Ligeti reincorpora essas técnicas, esquecidas no tempo, e exemplifica-as na partitura gráfica de *Volumina*. Citando o instrumento em foco neste trabalho, o órgão de tubos histórico português, nas Batalhas²² existem alguns desses efeitos. (Vaz, 2013, p.170). Vaes sugere que existe a possibilidade de Ligeti desconhecer estas técnicas do séc. XVIII (Vaes, 2009, p.867) e que a sua inspiração está mais interligada com a experimentação das peças de piano preparado de John Cage, David Tudor entre outros. Assim como se pode estabelecer o elo com Kagel, onde o compositor recorre a *clusters* e outras técnicas estendidas.

A notação gráfica é um factor predominante em *Volumina*, para além de ser dos poucos exemplos do seu trabalho fora do âmbito da partitura, (exceptuando casos das suas obras electrónicas), onde Ligeti se afasta do controle absoluto do serialismo integral de compositores da sua época. Sanson diz: “he developed the idea that a work’s formal shape is more dependent upon matter of texture and timbre than harmony, counterpoint or thematic working (for example, in *Atmospheres* for orchestra (1961) and *Volumina* for organ)” (Sanson, 2001, p.29).

Ligeti inicialmente trabalha na sua obra *Volumina* em Viena e depois em Estocolmo (1961) enquanto troca ideias com Hambraeus e o organista Karl-Erik Welin²³ (que estreou *Volumina*) (Topp, 199, p.88). Incorpora as ideias de Colónia, da natureza de sons estacionários e não-estacionários. *Volumina* contém ambos, enquanto que *Harmonies* contém sons estacionários e *Coulée*, sons não-estacionários. Em paralelo com a notação, consegue exemplificar o modo como se deve obter esses sons, que são resultados acústicos da mecânica do órgão. Em *Konstellationen I*, de Hambraeus, encontra-se uma das técnicas que Ligeti usa em *Volumina*. O uso de um registo a meio de abertura, ou seja, em vez de o registo estar aberto na sua totalidade, faz com que deixe de existir uma relação entre a tecla e a nota. O resultado é uma mistura de vários sons, muitos deles desafinados e outros sem altura reconhecida, porque o ar não passa

22 Batalha, peça instrumental para órgão histórico, de carácter bélico, com ritmo acentuado e recurso a registo de palheta. Faz parte do repertório ibérico de música para órgão de tubos. É usualmente acompanhada por diversos textos extra-musicais a referirem certo tipo de técnicas a usar.

23 Karl-Erik Welin (1937-1992), compositor e organista que estreou *Volumina* em Maio de 1962 na catedral de Bremen, com uma projecção de uma gravação previamente feita noutra igreja, no órgão de Göteborg. Isso foi necessário devido a um incêndio na igreja de Göteborg. Welin estreia a revisão revista por Ligeti, em Kiel, em Maio de 1968.

na sua totalidade e não produz a pressão normal para fazer o tubo soar a uma altura específica. O resultado é sempre inesperado e depende da tecla que se pressiona e do tipo de registo usado. Pode ser feita a analogia com instrumentos de sopro. É Karl-Erik Welin e Hambraeus, com a sua experiência em *Konstelationer 1*, que aconselham Ligeti no uso de técnicas estendidas.

Com estas técnicas; *clusters* em teclas brancas (diatónicos), teclas pretas (pentatónicos), *clusters* cromáticos e com o uso do meio-registo obtêm-se uma ampla gama de sons, que muito se afasta do ideal de Messiaen, Reger ou outros compositores da época. Como exemplo de outra técnica estendida, na secção 14-5²⁴ de *Volumina* começa com todos os registos e vai reduzindo ao longo do tempo a quantidade de registos abertos²⁵ enquanto as teclas são pressionadas, até ficar apenas um registo de 1'. "Cancel 16' stops one by one. Cancel 8' stops one by one. Cancel 4' stops plus relevant mutations and mixtures one by one. End up on 1' only" (Ligeti, 1961). De citar que para obter este efeito é necessário um ou dois assistentes de registação que têm de acompanhar o organista, dependendo da configuração dos registos do órgão.

O início, final e secções 38-41, onde é necessário ligar e desligar o motor do fole do órgão, produz uma gama de sons totalmente inovadora na realidade do instrumento. O início de *Volumina*, começa com todas as teclas pressionadas e todos registos abertos e só depois se liga o motor do órgão. O final da obra é uma espécie de espelho deste momento. O resultado é uma amálgama de sons, onde o fole luta, ao longo do tempo, para estabelecer a pressão normal necessária para formular uma nota, pois todas as teclas e registos estão a necessitar de ar. Ao longo do tempo o som vai crescendo, assim como a sua complexidade harmónica e tímbrica. Por vezes nem sons com altura definida se ouvem, pois lentamente ganham uma altura e continuam num *glissando* até ao som natural de cada tubo. Consegue-se imaginar o impacto que poderá ter num espaço altamente reverberante como o de uma igreja. Também é de todo impossível, replicar este fenómeno apenas com o instrumento, pois necessita do espaço acústico. Pode-se fazer uma equivalência com a síntese por convolução, onde o acto de ligar o motor do órgão é desacelerado ao longo do tempo, permitindo ouvir algo que não se

24 A numeração por secções é uma sugestão do próprio compositor, devido ao facto de não existir compassos ou métrica fixa. Servem também como marcas de ensaio e para dividirem a obra formalmente.

25 Ao controlar a registação não se muda apenas o volume sonoro, mas também, as notas e o timbre.

costuma ouvir, como se convolvesse o motor do órgão com outro som mais longo, com o intuito de ouvir o som em ‘câmara lenta’. Esta técnica é pertinente para este trabalho, pois foram feitas gravações do fole do motor a ser ligado e desligado, com a intenção de as usar na transformação sonora.



fig. 3: Fole do órgão. Pormenor do órgão histórico de Xavier Machado e Cerveira.

Para além das técnicas já referidas, o uso de variar a pressão da tecla, ou meia-tecla, de modo a obter outra sonoridade também tem resultados interessantes. Ao variar a pressão da tecla, o som do tubo correspondente a essa tecla, luta até obter a pressão necessária para soar a nota natural. Similar a técnicas já referidas em instrumentos de sopro. Neste caso o resultado é diferente do meio-registo, ou ligar e desligar o motor do órgão. Com pouca pressão ouve-se um sopro apenas, e ao contrário do meio registo, o organista consegue controlar de uma forma mais precisa, a quantidade de ar. De certa forma, até se consegue fazer uma grande gradação de sons entre a máxima pressão na tecla, onde se obtêm a nota e a mínima pressão. O organista com alguma habilidade consegue controlar o efeito, que se assemelha a um *glissando*. De citar que esta técnica estendida é semelhante ao *aftertouch*, encontrado em diversos sintetizadores, como veículo de expressão²⁶. Esta técnica estendida é fulcral para este trabalho e alvo de gravação e posterior transformação.

26 *Aftertouch* é uma ferramenta que se encontra em alguns sintetizadores, onde o instrumentista ao variar a pressão da tecla, controla diversos parâmetros. Um dos casos mais conhecidos é o do sintetizador Yamaha CS-80, usado por Vangelis na banda sonora do filme de Ridley Scott, *Bladerunner*. O *vibrato* do som característico do *leit-motif* no início do filme é interpretado com o recurso a *aftertouch*. Encontra-se a mesma prática em instrumentos de tecla mais antigos, da época do órgão de tubos, como virginal e clavicórdio.



fig. 4: Técnica estendida de meia-tecla. Aplicação no manual.

Como o instrumento em foco neste trabalho é um órgão histórico português, com fole, motor, caixa, tubos e ar, é possível a utilização de todas estas técnicas. Os efeitos são similares aos produzidos com *Volumina*, mas com outros resultados, pois os registos de um órgão de tubos histórico têm um comportamento diferente. Com o registo de palhetas consegue-se uma variação de *glissando* muito maior e com o registo de flautado sons sem altura definida. A aplicação destas técnicas num instrumento histórico é um dos objectivos deste trabalho.

De citar que, apesar de Ligeti ter notas sobre a execução de *Volumina*, num órgão electrónico, o resultado é bem diferente. Num órgão electrónico, como não existe um motor, fole, ar e tubos, é impossível obter a não linearidade desde sistema, ao ser induzido o corte de ar na variação de pressão de tecla e meio-registo. É de todo impossível obter o efeito inicial e final de *Volumina*. O instrumento requer polifonia igual à quantidade de teclas. Neste tipo de órgãos, onde a registação e teclado são electrónicos, também é impossível replicar o meio-registo.

De alguma forma, Ligeti, liberta a atitude para com o som do órgão. Apesar da incorporação de outras técnicas e a notação gráfica, não se deve assumir que *Volumina* é indicativo de uma improvisação estruturada. Hambraeus cita nas suas notas, sobre a estreia e também sobre a sua interpretação da obra, que é evidente que a interpretação deverá ser o mais precisa possível de maneira que duas interpretações pelo mesmo organista sejam praticamente a mesma.

Pode-se atribuir que as características electrónicas de Colónia que aparecem em *Volumina*, como citações de massas sonoras da micropolifonia²⁷ de *Apparitions* (1959) e *Atmosphères* (1961) que tiveram o seu advento na electrónica de *Glissandi* (1957) e *Artikulations* (1958). A micropolifonia é outra característica importante no trabalho de Ligeti, que também é presente com *Volumina*, apesar de essa relação não ser aparente, por ser um instrumento apenas a criar massas sonoras. A relação base de micropolifonia em *Volumina* existe nas variações de *clusters* e linhas de *clusters* criadas. Recorrendo à definição de Cope, encontramos uma relação mais directa entre o micropolifonia das outras obras de Ligeti com *Volumina*, “the simultaneity of different lines, rhythms and timbres” (Cope, 1997, p.101). Toop sobre a relação entre *Atmospheres* e *Volumina*, o qual ele referia como um ‘negativo fotográfico’:

(...) both are continuous cluster pieces, one is for large orchestra, the other for a soloist (albeit a soloist dependent on two assistants). (...) one piece is meticulously notated, the other only very loosely, but they pursue many of the same strategies, such as the extrapolation of pentatonic and diatonic clusters from a chromatic cluster at the beginning of both pieces (Toop, 1999, p.91).

Harmonies e *Coulée* foram as próximas obras de Ligeti para órgão de tubos. A explicação de serem compostas mais tarde que *Volumina* resume-se ao impacto que a obra teve no público. Na altura o público, no geral, achou um escândalo e Ligeti decidiu esperar algum tempo até voltar à composição e experimentalismo no órgão de tubos. Os dois estudos diferem de *Volumina*, na sua escrita, que é em partitura convencional, não recorrendo a uma partitura gráfica. Desta forma não usa grupos diatónicos, pentatónicos ou cromáticos, mas trata o grupo de sons com outra abordagem.

Em *Harmonies*, Ligeti usa uma outra técnica, o acto de modificar o instrumento. Nas notas de *Harmonies* é explicado que não se usa o motor e o fole original, que alimentam o sistema de tubos. É requerido que se use um aspirador em substituição do motor. Desta forma o som resultante do órgão é modificado completamente, “o som fica escasso e sem natureza” (Ligeti, 1967, p.4). A qualidade do som também fica diferente conforme a quantidade de registação aberta, pois o ar não é suficiente e a pressão é dividida pelos tubos que estão abertos. O interessante nesta obra é a ligação entre notas

27 Micropolifonia é um tipo textura polifónica desenvolvida por Györgi Ligeti. Consiste em várias linhas em diferentes tempos e ritmos, que resulta em *clusters*.

escritas na partitura com as teclas respectivas, mas que cria uma relação tonal com o som produzido. Esta modificação leva-nos para as sonatas de piano preparado (1946-1948)²⁸ de John Cage (1912-1992), mas Ligeti, ao usar o aspirador, altera o instrumento na totalidade, e não só uma parte, pois altera toda a componente geradora de som, ao modificar a fonte de ar. Dependendo do órgão e do aspirador, o resultado é diferente, mas será sempre um som escasso, sem altura definida. É imposta à mecânica do órgão um funcionamento diferente. Como exemplo, aspirar, em vez de soprar uma flauta de bisel, desta forma alterando o sentido do fluxo do ar.

Outra particularidade de *Harmonies* é o recurso a outra maneira de tocar, denominada técnica estendida de meio-registo. Mas neste caso, diferente de *Volumina*, os registos podem ser abertos e fechados lentamente, assim como variar a pressão na tecla. Juntamente com o aspirador, este método assemelha-se ao recurso sonoro do uso um filtro electrónico. Ligeti também quer tornar a obra com um carácter mais fluido que *Volumina*, pois como foi referido anteriormente, o compositor considera o órgão, um instrumento com características de ‘stiffness and jerkiness’. Em *Harmonies*, os compassos podem ter durações diferentes, onde o propósito é não existir pulsação ou periodicidade. Enquanto que em *Volumina* o resultado sonoro final, varia com o instrumento, em *Harmonies*, o resultado varia ainda mais de instrumento para instrumento, devido às técnicas usadas. O resultado de *Harmonies*, apesar de estar totalmente escrito em partitura, será sempre um pouco caótico.

Os acordes sustentados de *Harmonies* contrastam com *Coulée*, onde o compositor remete conjuntos de notas repetidas que evoluem ao longo do tempo, mas numa velocidade vertiginosa, sendo marcado na partitura como ‘*Prestissimo, sempre legato*’ (Ligeti, 1969, p.4).

This *Étude* must be played extremely fast, so that the individual tones are hardly perceptible as such; the motion almost blends in to a continuum (...) there is no bar meter, the correct tempo has been reached when the piece lasts no longer than 3 ½ minutes, not counting the rest at the end. Despite great speed, however, the impression of a sort of continuous trill motion must be retained (...) not fuse into a completely

28 Com piano preparado entende-se técnicas de modificação aplicadas directamente nas cordas, em zonas específicas e que não se devem mover durante a interpretação. Este tipo de modificação tem de ser reversíveis, sem qualquer tipo de dano ao instrumento.

static sound. The listener must be able to hear (...) not a sustained chord but a rather internal motion (even if it is insanely fast) (Ibid, p.5).

Continuum (1969) é composta no mesmo ano e com o mesmo paradigma que *Coulée*, mas para outro instrumento, o cravo. No final de *Coulée* a obra toma outra direcção, ascendendo no teclado ao ficar cada vez mais aguda (com auxílio de redução na registoção) até acabar como se o teclado não tivesse mais notas e as mãos se ‘desligassem’ (Ligeti, 1969, p.11). De certa forma é uma replicação de filtragem e de transformação de frequência, outras técnicas usadas em música electrónica. Como *Continuum*, *Coulée* é para ser interpretada com rigor e virtuosismo, onde padrões de notas são repetidos e alterados, como se fossem um caleidoscópio. Também se pode considerar uma aproximação diferente à micropolifonia de Ligeti.

Ligeti, traz as características do mundo electrónico para o instrumento acústico, assim recria a sonoridade do instrumento. Esta ideia é pertinente para este trabalho, que inclui muitas destas técnicas e usa o resultado sonoro dessas técnicas em transformação sonora. Sejam elas, técnicas estendidas, síntese granular, convolução e *clusters*.

O estreitamento entre o método de obtenção de outros sons num órgão de tubos, juntamente com a escolha criteriosa de sons e sua transformação, assim como ferramentas a usar, situa este trabalho no enquadramento das obras para órgão de Ligeti.

II. Laboratório

Este trabalho incide sobre uma metodologia de composição para o órgão de tubos e electroacústica. Algumas questões são levantadas depois de uma abordagem ao repertório secular e moderno. Noções como, a limitação do instrumento, a técnica, os diversos sons produzidos e métodos de manipulação sonora. O som produzido pelo órgão também determina o tipo de transformação sonora necessária.

Reunidos estes factores, o presente trabalho reflecte sobre os mesmos, ao apresentar um guia para a composição do instrumento e electroacústica. Com a gravação de diversos tipos de sons do órgão histórico é feita uma escolha do material sonoro que será usado na composição da parte electroacústica. Através de *Volumina*, *Harmonies* e *Coulée*, a escolha dos sons a gravar tem em conta as técnicas desenvolvidas por Ligeti, assim como usar o som resultante do órgão como objecto para futura transformação, como a prática de Hambraeus. O espaço em que se encontra o instrumento também reflecte a intenção de um método na composição, neste sentido foram utilizadas medições acústicas para a análise e a obtenção de reverberação da igreja onde se encontra o órgão. A transformação dos sons previamente gravados em composição electroacústica, assim como o uso do instrumento com as suas diversas técnicas, confere unidade a esta abordagem científica.

From that deep looking at things, and that not accepting things the way they are, they come up with some sort of work which on its surface, may be noisy or pretty or whatever, but which comes from a deeply considered investigation of both society and their place in it, what their art is, what they want to do with it, or maybe something they just really need to do, and they don't even know why (Burt, 2002, p.11).

De um ponto de vista moderno, podemos encarar o órgão de tubos como um sintetizador aditivo. No órgão é possível combinar diversos harmónicos parciais e fundamentais, desta forma existe uma variedade de combinações de sons. A aplicação dessa combinação de sons encontra-se de outra forma em repertório mais tardio. Messiaen, Hambraeus e Ligeti, usaram a registação de um modo muito diferente, como veículo de interpretação e expressão.

É proposto um mapa mental, uma tripla hélice, onde os ramos interagem entre si. A investigação sobre o repertório que contenha aspectos inovadores influencia a

experimentação sobre o que é possível ser feito no instrumento em foco nesta obra, assim como que processos de transformação sonora serão usados. Cada ramo se influencia ao serem adquiridos novos dados relevantes.

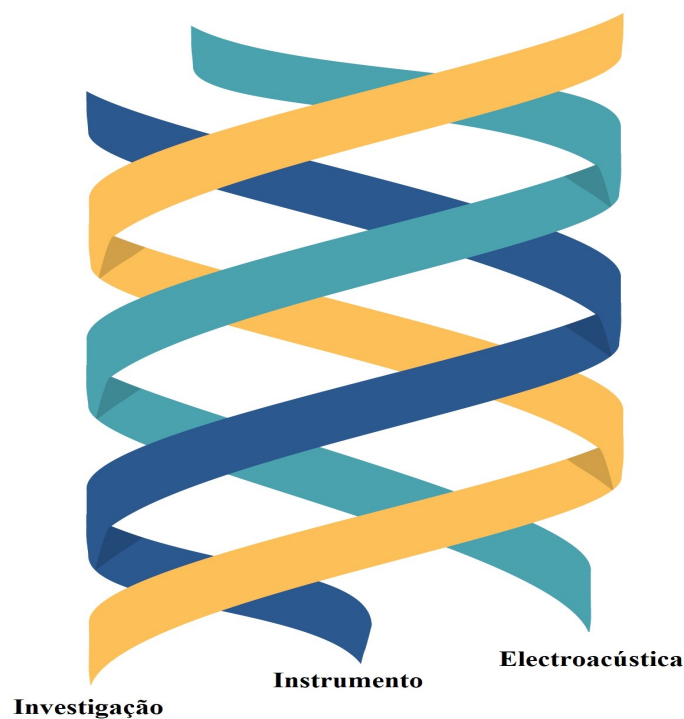


fig. 5: Tripla hélice. Investigação do repertório, aplicação no instrumento, gravação e transformação em música electroacústica.

1.º Ramo: O primeiro ramo é a investigação sobre repertório de órgão de tubos. Que técnicas foram usadas neste instrumento. A escolha de repertório que use essas técnicas e que tenha ligação com o resultado que se quer obter. A procura de técnicas de processamento sonoro, que preservem a qualidade do som do instrumento e que alterem de alguma forma o som original, para produzir sons que o instrumento, de outra forma, não consegue produzir. São as mais indicadas: *Volumina*, *Harmonies* e *Coulée* de Ligeti. Estas obras são pertinentes para a música contemporânea para órgão de tubos que escolhemos tratar aqui, não só por serem seminais, mas por não necessitarem de

intervenção ou modificação do instrumento²⁹. As técnicas usadas também são pertinentes, porque advêm de uma proximidade com métodos usados em música electrónica. Ao estudar estas obras também torna possível diminuir o campo de foco da investigação. A análise de partituras gráficas de *Volumina* e partituras musicais de *Harmonies* e *Coulée*, torna possível tentar encontrar um paralelismo entre o som e a escrita musical ou grafismo.

2.º Ramo: O segundo ramo é a parte instrumental. As técnicas escolhidas, em suma são técnicas estendidas. Como o instrumento usado nesta obra é o órgão histórico é necessário experimentar as técnicas no instrumento e analisar os resultados, pois é diferente dos órgãos de tubos usados nas obras de Ligeti. A escolha do que será gravado do instrumento e o que será tocado no instrumento insere-se neste ramo. O som de uma grande quantidade de teclas, principalmente com registo de cheios e palhetas, altera ligeiramente a afinação e a diferença de volume sonoro entre registos é muito grande. O meio-registo e a sua gradação têm um resultado diferente com registos que contêm vários harmónicos (cheios e quinzenas) pois distingue-se claramente cada fileira do registo. Ambas as técnicas com apenas registo de 8' aberto têm um resultado surpreendente, pois com pouca pressão ou abertura de registo, produzem silvos sem altura definida. É ignorado o acto de ligar o órgão com todas as teclas e registos abertos, pois seria apenas uma citação directa do início de *Volumina*. Neste ramo também se inclui uma análise da reverberação da igreja.

3.º Ramo: O terceiro ramo é a electroacústica. Que processamentos serão usados e de que forma beneficia positivamente o som do órgão. De que forma poderão coexistir as duas vertentes, sem uma suplantando a outra. É importante estabelecer o que será transformado e de que forma e porque razão. As técnicas estendidas de Ligeti, são todas possíveis de ser feitas num órgão histórico. Algumas têm resultados completamente diferentes a nível sonoro, como meia-tecla com registo de palheta, onde se ouve claramente uma nota com altura definida, mas que é possível controlar essa altura e efectuar *glissando*. A escolha de usar ferramentas de processamento simples e oriundas do início da música electroacústica, como granulação, convolução, filtragem em pente, reverberação, é fundamentalmente estética, mas fundamentada na investigação das

29 Com modificação quer-se dizer sobre inserir ou modificar o funcionamento do instrumento. A excepção à exemplificação dada, sobre a obra de Ligeti, refere-se a *Harmonies*, onde o fole é substituído por um aspirador.

obras de Ligeti. Primeiro, ao usar poucas ferramentas, permite uma maior exploração de cada uma. Em segundo lugar, permite encontrar os resultados, apenas com essas ferramentas. Ao aplicar convolução e granulação, consegue-se transformar totalmente um som, até ao ponto de não ser reconhecido, mas mantendo o carácter sonoro. Convolução é algo extremamente importante neste trabalho, pois através dessa ferramenta, consegue-se efeitos impossíveis de fazer ao interpretar o instrumento. Consegue-se também retirar a reverberação do espaço e aplicá-la como se fosse outro parâmetro. Também é feita a escolha de usar um processamento de primeira ordem. Ou seja, apenas processar os sons usando uma ferramenta, uma única vez. Desta forma a ligação entre o som e o objecto transformado é mais próxima. Nenhum som que é processado com síntese granular, será usado em convolução e vice-versa. Em segunda ordem de processamento, apenas fica a aplicação de reverberação, do próprio espaço. Pode-se resumir dois ramos de abordagem na música de órgão de tubos, após a década de 60. Uma abordagem implica grande improvisação por parte do organista, que está intimamente ligada com as notas do compositor e o recurso a grafismos. Esta abordagem tem um certo indeterminismo, que pode ser mais ou menos, consoante o intuito, notas do compositor e especificidades do instrumento.

A outra abordagem é a de notas mensuradas numa partitura, onde depois é trabalhado o campo harmónico, tímbrico e rítmico. Por vezes existe uma percentagem entre as duas abordagens.

Para além das duas abordagens, também se pode classificar duas variações distintas das duas abordagens. O uso de processamento externo, ou seja, com o recurso a computador, pedais de efeitos ou linguagens de programação por nódulos como Max/MSP³⁰, onde o som produzido pelo órgão é transformado em tempo real. Nesta variação também se inclui o uso de amplificação dos sons do órgão, como o som do fole ao ligar, o som dos registos a serem abertos, o som das teclas a serem pressinadas e o som dos pisantes a serem accionados. Esses sons são alvo de processamento com o intuito de os amplificar, pois são sons que são inaudíveis para o ouvinte.

A outra variação é a gravação de sons do órgão, para serem processados tardiamente e dispostos num media, seja ele fita magnética, ou outro tipo de media como um computador. Esta última variação, remete muito para a música electroacústica,

30 Max é uma linguagem de programação gráfica por nódulos. Miller Puckette originalmente começou o seu trabalho com o Max no IRCAM em 1980, na altura chamado de Patchwork.

onde o tratamento do som e sua disposição em fita magnética desemboca na acusmática.

Em suma, o uso do órgão e outros sons na composição, existe com diversas abordagens e variações, juntamente com as técnicas estendidas no instrumento, tornando o campo muito fértil para a criação.

Escolhemos estas abordagens neste trabalho, focando-nos na segunda variação. Apesar de nas linguagens de programação gráfica por nós como Max/MSP e Puredata³¹, ser possível programar uma série de eventos que são despoletados em tempo real, é escolhido fazer o processamento com sons previamente gravados. Daí a escolha de catalogar a gravação dos sons do órgão e depois estabelecer a ligação entre os sons tocados no instrumento.

Com esta variação em mente, outras vantagens emergem. Ao gravar o motor e fole do órgão, ao ligar e desligar, não é necessário reproduzir esse acto durante a interpretação. Explorar o mundo sonoro de meia-tecla, meio-registo e outras técnicas estendidas, gravando-as e posteriormente transformando-as beneficia uma relação íntima entre o instrumento e o som processado, pois pertencem ao mesmo mundo, como uma justaposição e não limita a interpretação do instrumento. Portanto, numa primeira fase, é escolher que material gravar e por que razão.

O som do fole, ao ligar e desligar, é algo que requer microfone dentro da caixa, pois o intuito é captar a totalidade do som, que mal se ouve nas imediações do local. De longa duração (cerca de 18 segundos), ouve-se a madeira a estalar e a pressão a aumentar dentro da caixa do órgão.

Com o uso de técnicas estendidas com registos diferentes, obtém-se resultados diferentes, cria um som com características que evoluem ao longo do tempo. O uso de variação na abertura de registo e pressão na tecla, ao serem gravados, faz com que a obra não necessite de assistentes ou outros apetrechos para interpretar.

Ao ter os objectos escolhidos, a segunda fase é decidir quais as ferramentas de transformação sonora que serão mais apropriadas. A maior parte dos sons, são longos por natureza, com algumas alturas definidas. Outros sons, não têm altura definida. Com os sons longos, o uso de síntese granular e envolvente dinâmica transforma-os em sons curtos. Os filtros em pente são usados com sons sem altura definida, transforma-os em

31 Pure Data, ou Pd, é uma linguagem de programação gráfica por nós, desenvolvida por Miller Puckette em 1990. Tem a característica de correr em todos os sistemas operativos e de ter licença de livre uso, por parte de utilização e programação. Devido a este facto, o autor escolheu esta linguagem de programação para este trabalho.

sons com altura definida. Outros sons sem altura definida, como o fole, podem ser convolvidos³² com outros sons com altura definida, de modo a obter uma interligação. Ao convolver o som do fole com um acorde ou *cluster* de notas, encontra-se outro tipo de som, que remete à exploração sonora de *Volumina*. O som de teclas a serem tocadas, com o órgão desligado, assim como os registos e pisantes a serem accionados com o órgão desligado, são sons curtos, que contrastam com os restantes. Muitos destes sons curtos são necessários para serem convolvidos com sons longos. Assim obtêm-se combinações sonoras, criando sons impossíveis de ser replicados fisicamente no instrumento.

A aplicação de síntese granular a um acorde, ou grupo de notas, é pertinente, principalmente com uma janela de grão (> 40 ms) onde ainda se consegue ter alguma percepção de altura sonora, mas onde o ritmo, ataque e decaimento, não são os do órgão. A partir daqui com automatismos, pode-se usar os acordes ou grupos de notas, fora do âmbito da partitura, com uma dinâmica totalmente diferente do instrumento.

Muitos sons de teclas e registos, nem sequer chegam a ser audíveis, à distância que o público costuma estar de um órgão, e de certa forma, são completamente desconhecidos, apenas para os organistas que os ouvem permanentemente. Ao usar estes sons, estamos a criar um efeito de proximidade em relação ao ouvinte, trazendo-o para uma perspectiva diferente do instrumento.

Como os locais onde se situam os órgãos são altamente reverberantes é um factor integrante da sonoridade do órgão, é considerado útil poder manipular esse factor. Como é impossível transportar o instrumento para outro local com reverberação diferente, ou anular completamente a reverberação, é decidido replicar a reverberação em diversos pontos da igreja. Recorrendo a gravador, balões e medições foi possível criar várias reverberações, inclusive da caixa do órgão, para ser utilizada no processamento dos sons.

Numa disposição de um sistema de difusão multicanal, uma das soluções apresentada neste trabalho é a de imitar o posicionamento dos pontos escolhidos na igreja. Coro-alto, meio da igreja e fundo da igreja, têm uma gradação de aumento de reverberação, correspondente à sua posição no sistema multi-canal. Estas reverberações são dispostas em 6 canais de áudio, com a mesma disposição que se encontram na

32 Convolvidos, significa que dois são multiplicados por uma ferramenta que é a convolução. O capítulo VI dedica-se exclusivamente à Convolução.

igreja. Ou seja, estando 6 altifalantes à volta do público, dois à frente, dois ao meio e dois atrás. Nos altifalantes à frente do público, usa-se a reverberação do fundo da igreja, no meio, a reverberação do meio da igreja, e por detrás do público, a reverberação do coro-alto.

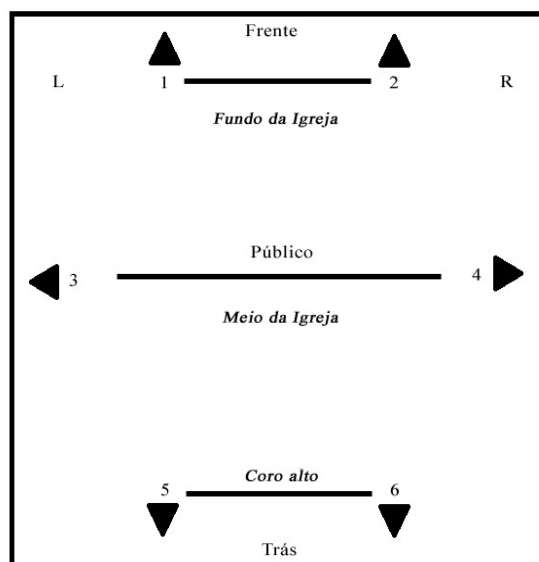


fig. 6: Sistema de difusão sonora em seis canais. Posicionamento de reverberação.

II.1. Exemplos e propostas de técnicas estendidas

No livro de Stone Kurt, *Music Notation in the 20th century*, o autor tem um capítulo reservado a certas técnicas estendidas em órgão de tubos. Nesse capítulo são especificadas algumas técnicas que não serão usadas neste trabalho, como *clusters* e manter certas notas sustentadas com ou sem peso (Kurt, p.274). É descrito também que em casos de registação difícil de executar, a possibilidade de existir uma partitura de duas ou mais linhas para a leitura do assistente ou assistentes de registação.

Não consta a variação de pressão em tecla e variação de abertura de registo, de modo que neste trabalho é proposto um sistema de escrita em partitura musical, baseado no livro de Stone Kurt e análise das partituras musicais de Ligeti. Os exemplos também têm em conta as particularidades do órgão histórico português. Todas estas técnicas são utilizadas na gravação de sons para o processamento da parte electroacústica e

interpretação da parte instrumental. A proposta para escrita de técnicas estendidas em órgão de tubos histórico:

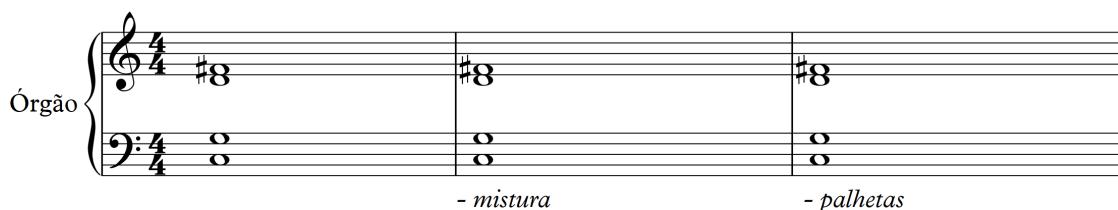


fig. 7: Mudança de registo na partitura. Anulação de registos de mistura no 2.º compasso e anulação de registos de palhetas no 3.º compasso.

Devido ao modo como o órgão de tubos histórico funciona, o organista tem acesso a quatro pisantes, dispostos em vez de uma pedaleira de órgão. Dois pisantes³³ têm como função abrir e fechar o grupo de registos da combinação geral, que contém os cheios, clarões, címbalas, quinzenas e oitava real³⁴. Os outros dois pisantes têm como função abrir e fechar o grupo de registo de palhetas horizontais, que contém *tronbeta magna* e clarim. Esta proposta segue este esquema onde se coloca por sinal – ou + a adição ou subtracção desses grupo de registos. Desta forma consegue-se ter três níveis de dinâmica, *ff* para palhetas e misturas, *f* para cheios e *mp* para flautados. Para *p* usa-se só um dos flautados.

33 Pisantes, são pedais para mudar registo. Como anulam grupos de registo, faz sentido que apareçam figurados na partitura do organista e não na partitura de registação para o assistente de registação.

34 Clarões, címbalas, quinzenas e oitavas são denominações de grupos de registos. Nomenclaturas de órgão histórico português. Consultar glossário no Apêndice A p.76 para uma descrição detalhada.

Reg. *pa.*
mx.
8ª.
fl.

Órgão

p *ff* *pp* *f* *pp*

fig. 8: Partitura para a registação. O uso de cifra para meio-registo, acompanhada de dinâmica na partitura do órgão.

Neste exemplo, é adicionado uma partitura com quatro linhas. O organista, ou assistente de registação, seguem essa partitura, como se fosse um instrumento de percussão. Cada linha corresponde a um grupo de registo. Neste caso é usado uma sigla para cada linha.

- *Pa.* para o grupo de palhetas
- *mx.* para o grupo de misturas
- *8ª.* para o grupo de oitavas reais
- *fl.* para o grupo de flautados

Qualquer registo que pertença a este grupo, mas que seja necessário diferenciar, aconselha-se a usar o espaço por cima ou por baixo, com anotação em texto, por cima da partitura.

No segundo compasso deste exemplo, seguindo o ritmo, são activados e desactivados os registos na sua totalidade de flautados, oitavas, misturas e palhetas. Enquanto que na partitura do órgão é apenas cifrada a dinâmica para alertar o organista, que existe uma manipulação dos registos. Como é bem claro, as teclas não deixam de ser pressionadas e ao som correspondente vai sendo acrescentado registos. Neste caso específico existe um crescendo de dinâmica, assim como um acréscimo do timbre.

No terceiro compasso, existe a variação de abertura de registo, neste caso, o grupo das palhetas. Está escrita a dinâmica, correspondente ao grau de abertura do registo. A notação diferente na nota, representa o grau de abertura, se não se quiser usar a gradação e apenas especificar meio-registo.

No quinto compasso, paralelamente ao que sucede com o registo de palhetas, é accionado em meio-registo, a palhetas.

Desta forma, com a mão esquerda no teclado a tocar duas notas (ou com recurso a pesos) e a mão direita a manipular os registos, é possível ter um som continuo, mas que muda de timbre. Carece algum cuidado, com registação completamente aberta, porque alguns registos contêm outros intervalos, e ouve-se outras notas, que pode ou não ser o efeito desejável, conforme sua aplicação.

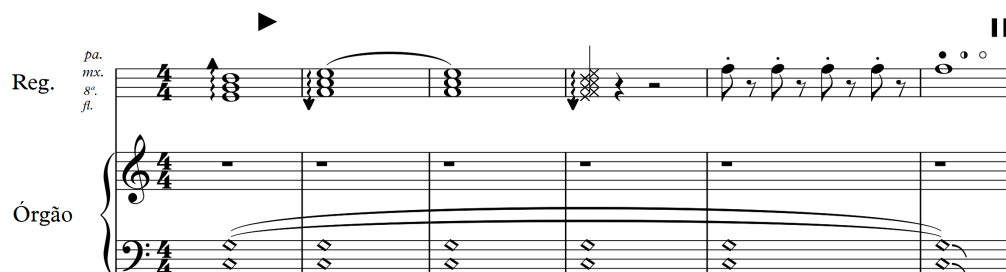


fig. 9: Partitura de registação. Diversas formas de accionamento e ritmo a executar.

No exemplo seguinte, temos o mesmo exemplo da mão esquerda (com pesos) a tocar duas notas. Neste caso no primeiro compasso, é accionado todos os registos, menos palhetas, em sucessão rápida como se fosse um arpejo ascendente (do registo grave ao mais agudo). Pode-se cifrar desta forma, só com a cabeça da nota, registos que irão estar accionados durante vários compassos, desta maneira não é necessário cifrar toda a duração, o uso de ligaduras é meramente precaução.

No segundo compasso, são accionados outros registos de cada grupo, da mesma forma, mas descendentemente, do mais agudo para o mais grave. No quarto compasso, são anulados todos os grupos. No quinto compasso, alterna-se entre o registo aberto e fechado, rapidamente, com a figuração presente. De notar que, com apenas esse registo, a pausa na partitura da registação equivale a uma pausa sonora, pois mais nenhum registo está aberto. Se se alternar com outros registos, esta abertura em sucessão rápida, temos outro efeito, semelhante a um processamento sonoro, neste caso um *low-frequency oscillator*³⁵.

35 *Low-Frequency oscillator* ou LFO é um sinal electrónico usualmente abaixo da gama de frequência audível, 20 Hz. Cria um pulsar rítmico que pode ser usado para controlar outros parâmetros. Hoje em dia pode-se programar este tipo de técnica nas linguagens de programação já referidas.

Com dois assistentes, ou com o recurso de pesos, consegue-se através deste sistema de escrita, criar complexidades tímbricas e rítmicas fora do âmbito do uso tradicional do teclado de órgão.



fig. 10: Exemplo de fraseado. Fraseado usado na obra onde é aplicada mudança de registo.

Se usar-se este tipo de mudança de registo no exemplo de fraseado acima dado, convém que seja possível para o organista tocar com uma mão e manipular a registação com outra. Se não for possível, que seja requerido um assistente, ou vários, como é o caso das obras para órgão de Ligeti.

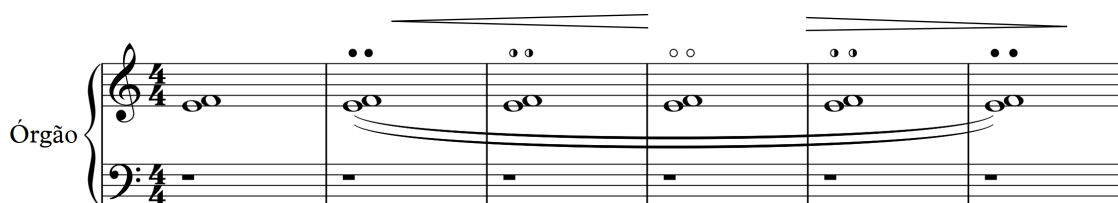


fig. 11: Exemplo de variação de pressão em meia-tecla. Variação começa no 2.º compasso até ao 6.º compasso. O pico de pressão é no 4.º compasso.

Este exemplo, é uma técnica estendida diferente das anteriores. Neste caso é a variação de pressão em duas teclas. Usa-se o símbolo de harmónico, para o valor mínimo de pressão que causa o órgão a produzir som. Optou-se por esta designação, porque alguns registos realmente produzem um silvo harmónico agudo nessa situação. É usado o símbolo de buraco aberto e fechado para especificar a normalidade de pressão de uma tecla, inserido no conjunto de variação de pressão. Linhas de crescendo ajudam à interpretação. A nível sonoro, esta técnica foi usada neste trabalho, tanto na parte instrumental, como na parte de gravação e posterior processamento. Com registos de palheta, consegue-se obter um efeito de *glissando* e até obter quartos de tom, face ao som original da tecla. No valor mínimo de pressão a palheta não produz qualquer tipo de som, portanto quando se tem vários registos abertos, o som da palheta ouve-se depois dos restantes registos. O efeito que esta técnica produz nos restantes registos, varia entre

um som não periódico até chegar em *glissando* que desliza até a nota da tecla. Neste caso específico de usar duas teclas com intervalo de meio-tom, ao variar a pressão ouve-se uma sucessão de batimentos entre os sons produzidos que depende da pressão utilizada.

Esta técnica requer cuidado e precisão e qualquer movimento pode descaracterizar o gesto que se pretende, portanto convém ser usado com descrição e se possível com as duas mãos, para controlar melhor. Com um acorde o efeito terá de ser mais curto e com menos impacto, mas é possível de ser feito.

Dependendo da região do teclado, mais grave ou mais agudo, o efeito também é diferente. Na zona dos graves, consegue-se manter o efeito durante mais tempo e com mais variação. Na zona aguda, rapidamente o sistema estabiliza, de modo que não se deve usar durações muito longas.



fig. 12: Exemplo de aplicação de pesos. Vários acordes com posicionamento dos pesos e diversas formas de os retirar.

Neste exemplo apresenta-se uma alternativa a Stone sobre a maneira de cifrar os pesos. No primeiro compasso, o som é produzido normalmente, com os dedos nas teclas correspondentes. No segundo compasso os dedos são substituídos por pesos, em ordem ascendente. No quarto compasso são retirados os pesos. De notar que para retirar e por os pesos ao mesmo tempo é necessário preparação ou um assistente. A opção no livro de Stone apresenta um linha contínua que une todos os pesos, assim como um sinal de cruz para retirar todos os pesos. Desta forma a escrita fica mais limpa, para retirar individualmente cada peso. Um organista sem assistente consegue retirar os pesos facilmente se tiver um tecido por baixo, ou outro sistema, para apanhar os pesos, enquanto rapidamente são retirados. No quinto compasso, é apresentado a solução de gradualmente retirar pesos, desde o mais agudo até ao mais grave com o símbolo de

arpejo. De antemão têm de se especificar a quantidade máxima de pesos a usar ao mesmo tempo e calcular os movimentos necessários. No último compasso está o exemplo de aplicar sucessivamente os pesos, seguindo a figuração. Este exemplo foi utilizado neste trabalho, para formar um arpejo de quartas, onde de seguida o som é manipulado com as técnicas estendidas de registo.

Se acrescentarmos os pesos, às técnicas estendidas de meio-registo e meia-tecla, o organista pode manter um grupo de notas, que vai alterando ao longo do tempo, podendo mesmo silenciá-las se escolher uma zona do teclado que corresponde a um certo registo. Com figuração simples ou longa é possível usar o peso para tocar, no caso que seja necessário usar a mão para manipular outra coisa.

II.2. Harmonia

Os sons de altura definida, em acorde ou nota são escolhidos com um critério, fora do âmbito das obras de Ligeti. O recurso a escalas octatónicas, em oposição a *clusters* diatónicos, pentatónicos ou cromáticos. Outros acordes derivados de escalas octatónicas são escolhidos, por terem ligações estreitas com os modos de Messiaen.

- Acorde *Petrushka* do ballet *Petrushka* (1910, rev. 1947) de Stravinsky (1882-1971)
- Acorde Místico de Scriabin (1871-1915) do poema sinfónico *Prometheus* (1910)
- Acorde de 4.^a perfeitas de Messiaen (1908-1992)

Todo este material é alvo de técnicas estendidas ou processamento sonoro em computador. Desta forma, inclui-se o paradigma de Messiaen em oposição ao indeterminismo e sons concretos, na criação desta obra, de modo a demonstrar que ambos estilos conseguem coexistir na mesma obra.

Neste trabalho, tanto para a produção de sons no órgão, como para a parte instrumental é usado um campo harmónico específico. A opção por este tipo de harmonias e modos, baseia-se em dois factores. O primeiro é que, o resultado harmónico de certas partes de *Volumina*, assenta na produção de *clusters* diatónicos (teclas brancas), *clusters* pentatónicos (teclas pretas) e *cluster* cromáticos (todas as teclas). É muito difícil executar gestos ou movimentos, com outro tipo de *clusters* ou acordes. Não obstante, é possível usar estas harmonias recorrendo ao uso das técnicas estendidas referidas anteriormente. Pode-se criar um acorde com pesos, que terá outro

tipo de sonoridade harmónica face a *Volumina* e manipular as notas resultantes com técnicas estendidas de registo. Obtêm-se o mesmo tipo de gesto, com um conteúdo harmónico diferente. O segundo factor é da relação de escalas octafónicas³⁶ com certas composições para órgão, como Liszt e Messiaen, como já foi referido anteriormente.

Ao usar este tipo de harmonias num órgão, onde o som pode atingir grande volume sonoro e o timbre pode ser muito brilhante, dependendo da registação, consegue-se obter um impacto, que não é tonal, nem atonal, mas que em suma, não é cromático. Também quebra o factor de aleatoriedade que a produção de *clusters* cria, que desta forma, fecha a possibilidade do campo harmónico. Algumas iterações de modos e trunicações são tidas em conta, para produzir outro tipo de acordes. Pensamento similar à harmonia de Messiaen e os seu Modos de Transposição Limitada³⁷.

Estes modos, acordes e notas, ditam não só a parte instrumental, mas a parte gravada para processamento da electroacústica. A electroacústica, permite estender o órgão de tubos e acentuar o efeito destas harmonias. Consegue-se criar grupos de acordes, com ataque e duração diferentes, ou posicionar notas de acordes em diferentes pontos no espaço. Ao alterar o som do órgão, com crescendo e decrescendo também se obtêm um efeito. Todas estas técnicas foram utilizadas neste trabalho e corroboram o pensamento de Ligeti, face ao instrumento. Uma visão de técnicas de electroacústica, aplicadas a conteúdos harmónicos.

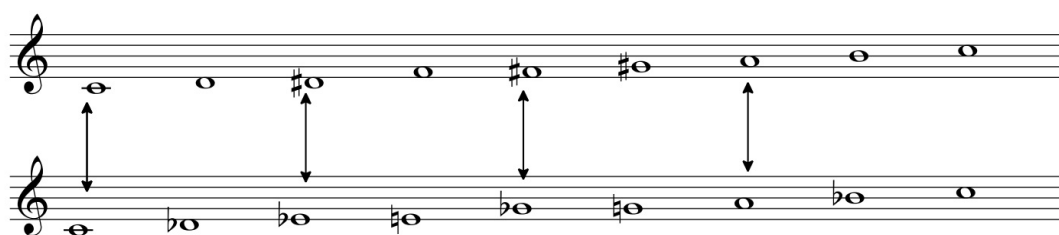


fig. 13: 2.º modo de Messiaen e escala diminuta. Notas em comum.

36 Escala octafónica, é uma escala que consiste num grupo de oito notas, em vez das sete usualmente usadas na escala diatónica.

37 Modos de Transposição Limitada de Olivier Messiaen são formados por grupos simétricos, onde a última nota de cada grupo é igual à primeira do grupo seguinte. O nome advém do facto de cada modo (sete no total) terem apenas transposições para outro tom limitadas. Como acontece com a escala cromática, que contém, uma transposição limitada, ao transpor para outro tom, iremos ter as mesmas notas.

Como base é usado a enarmonia entre o 2.º modo de Messiaen e a escala diminuta, ambas octatónicas. Através de justaposição e alternância entre os dois modos, permite encontrar acordes e harmonias interessantes. O intervalo de meio-tom existe sem uma função tonal de sensível, de forma a não criar encadeamentos formais.

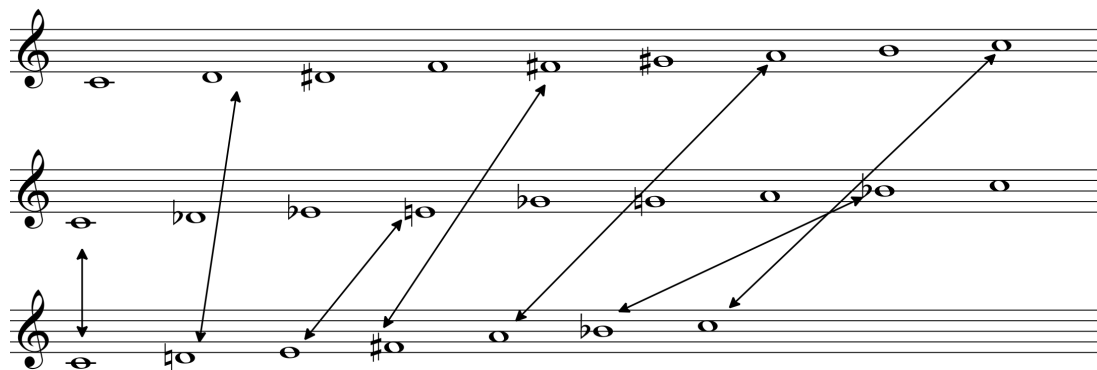


fig. 14: Relações entre 2.º modo de Messiaen. 2) escala diminuta 3) escala *Prometheus*.

Outra derivação que é usada é a enarmonia entre os modos representados anteriormente e uma escala hexafónica³⁸. Esta escala sintética serve como motor principal de obtenção de notas e acordes ao longo da obra deste trabalho. O compositor russo Alexander Scriabin (1872-1915) usa esta escala para obter o chamado acorde místico (Arthur Hull, 1916), que reflecte o seu interesse em Teosofia³⁹ ao tentar revelar ou conceptualizar apreensão e descoberta. Scriabin o chama de аккорд плеромы (acorde pleroma) e usa-o no seu poema sinfónico *Prometheus: The Poem of Fire, op.60* (1910) (Summer, 1998, pp. 283–330) Este tipo de acorde é interessante pois pode ser desconstruído em partes que perfazem quartas perfeitas ou aumentadas e desta forma, serve de pivot para os outros modos. Também se consegue obter uma 6.ª Francesa, como extensão com carácter dominante, assim como outros acordes de seis notas interessantes. Alguns teóricos interpretam este acorde como notas da série dos harmónicos.

38 Escala hexafónica, uma escala com seis notas.

39 Teosofia, refere-se a um conjunto de doutrinas filosóficas, místicas e ocultistas. É considerada parte do esoterismo ocidental. Em 1875 foi criada a Sociedade Teosófica por Helena Blavatsky, William Judge e Henry Steel Olcott.

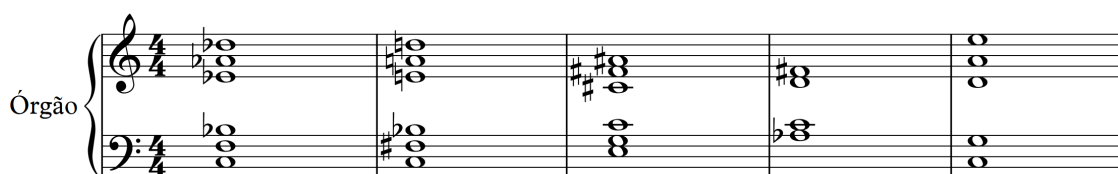


fig. 15: Acorde de 4.^{as}, acorde *Prometheus*, acorde *Petrushka*, 6.^a francesa e acorde de 5.^{as}.

Neste exemplo é demonstrado as ligações entre os acordes desta obra. O movimento harmónico que criam é evidenciado num instrumento como o órgão. Com uma proveniência genética familiar a Messiaen, mas contudo, contêm uma hierarquia diferente. No primeiro compasso do exemplo figura o acorde de quartas, que juntamente com o último acorde, de quintas, formam as harmonias mais estáveis, funcionando como função tónica. Tanto o acorde de quartas (também um acorde de Messiaen) e de quintas foram previamente gravados para uso e processamento na parte electroacústica. No segundo compasso figura o acorde *Prometheus*, onde podemos ver as relações de meio-tom com o acorde anterior de quartas.

O terceiro acorde, produto dos modos anteriormente referidos, é similar a um acorde politonal de Igor Stravinsky (1882-1971), que se pode encontrar no seu bailado *Petrushka* (1910, rev. 1947). Este acorde é composto por duas tríades, Dó maior e Fá# maior. As suas notas também resultam numa escala hexatónica, que se pode chamar de escala do trítano. A partir deste produto à distância de uma quarta aumentada é feita a ligação simétrica dos modos referidos anteriormente, servindo de acorde pivot⁴⁰.

O quarto acorde, uma 6.^a francesa (que forma uma 6.^a aumentada que resolve, usualmente numa oitava) que tem a sua origem na música renascentista (Andrews, 1950, pp.45–46) cumpre com sua função de resolver para a dominante, apesar de a dominante não ser o conteúdo normal.

Através destas harmonias, faz-se um triângulo de tensão entre Dó, Fá, Lá^b e Dó Fá# e Lá^b. Obtêm-se um conjunto de notas, que estão interligadas e criam tensão e relaxamento. Ao adicionarmos as abordagens de Ligeti nas suas obras de órgão, criamos uma textura que explora a potencialidade do som rico do órgão, sem optar por *clusters* ou improvisação. A sua escolha também não é meramente estética, pois um som como o

40 Acorde pivot, é um acorde que modula uma tonalidade para a outra. Representa sempre duas funções nos dois campos harmónicos, da tonalidade que o precede e sucede.

do órgão, que contém diversos harmônicos, consegue reproduzir este tipo de harmonias com outro impacto.

II.3. Convolução

Apesar de convolução ser pouco falada no meio musical, tanto pela parte dos músicos como engenheiros de som, a convolução existe em muitas ferramentas usadas por ambos no dia-a-dia.

O início da convolução é fundamentalmente usado na física de ondas (Rabiner e Gold, 1975). É um tópico abordado em engenharia e ciência computacional desde a década de 90. Passou a ser usada depois de muitas descrições teóricas por parte de Curtis Roads (1996). Convolução cruza dois sinais, criando um novo sinal que combina a estrutura temporal e o espectral de ambos. Através deste cruzamento e evolução da sua aplicação, obtemos outras transformações como filtros, ecos e reverberação. Estas transformações têm como consequência a criação de um novo sinal, resultante da combinação de dois sinais ou um sinal e uma abstracção (no caso da reverberação, por exemplo). Portanto o cruzamento de sinal é o resultado de matemático entre dois sinais. No caso de dois sinais, que são sons distintos, o espectro e estrutura temporal dos dois sons são multiplicados, criando um novo som com características de ambos. Este mecanismo favorece as frequências já existentes em cada som, devido a essa operação matemática. Da mesma forma que as características temporais de um sinal que contenha sons curtos e ataque proeminente, são adicionadas pelas características temporais do outro som. Neste caso, ataques rápidos e curtos são alongados, espalham o som, diminuindo a percepção de ataque rápido.

Since the dawn of the vacuum tube era, musicians have sought to transform musical sounds by electronic means (Bode 1984). Increasing computer power continues to open up new possibilities toward this end. Previously exotic and computational intensive sound transformations can now be realized on personal computers. Convolution is one such technique. A fundamental operation in signal processing, it ‘marries’ two signals (Rabiner and Gold 1975). As a form of cross-synthesis, convolution is also implicit in operations such as filtering, modulation, excitation/resonance modelling, spatialization and reverberation. Treating these operations as convolutions, we can extend them in interesting directions. (Roads, 1993)

Um caso específico de convolução é o uso de um impulso de resposta de um espaço, previamente gravado com recurso a balões ou pistola, para gerar a reverberação desse espaço. A explosão de um balão faz com que a energia da explosão, convertida em ondas acústicas, viaje pelo espaço e seja reflectida por todos os objectos no seu caminho. Portanto, ao gravarmos esse som do balão a explodir, ouvimos o decaimento do som, que é o modo como a reverberação se comporta. No caso de criar artificialmente um som com reverberação é usada convolução onde o sinal do som é multiplicado por outro sinal, que é o impulso de resposta. O resultado é um sinal com as características temporais e espectrais de ambos, ou seja, um sinal com a reverberação do espaço que originou o impulso de resposta.

Na realidade, ao ouvirmos, estamos permanentemente a ouvir o som original com a convolução do espaço em que se encontra. O cérebro e o mecanismo auditivo processa essa informação. Através deste mecanismo a audição permite analisar o sinal, o espaço e tomar conclusões muito específicas como: Tamanho da sala, quantas fontes sonoras são, se a sala está cheia ou vazia e distância do objecto. Isto é de particular importância para a manipulação de som, especialmente órgão de tubos, pois como já foi referido, é dada especial atenção ao espaço, por parte dos compositores e construtores de órgãos. Em electroacústica também é importante criar estes espaços sonoros, criando diversos tipos de espaços desafiando o ouvinte.

Ao usar dois sinais completamente diferentes, e que não são impulsos de resposta, estamos a aplicar uma espécie de filtragem, pois um som está a ‘passar’ por outro. No caso do espectro, são enfatizadas as frequências que tenham em comum e as frequências com menor energia que não têm nada em comum serão ainda mais atenuadas. No entanto a duração total é a soma da duração dos dois sinais. A mesma matemática é aplicada. Só difere de não existir um impulso de resposta. Como um impulso de resposta têm todas as frequências e um decaimento linear, ouvimos a soma dos dois sinais como som com reverberação. Daí que quando ouvimos dois sinais convolvidos, não nos remete para um sinal com reverberação, mas um sinal que reconhecemos que é diferente dos dois, mas que tem propriedades de ambos. Para este trabalho é de particular interesse, pois assim podemos cruzar dois sinais completamente diferentes para obter efeitos, assente nas ideias das peças de órgão de Ligeti. O som de

um acorde convolvido com o som de registos a serem manipulados, ou som de teclas com o órgão desligado.

A few musicians have experimented with arbitrary convolutions. But without an understanding of the musical implications of the technique, the results [are] may be confusing or disappointing. An analogy with paint is appropriate. When a child smears arbitrary hues of paint together; the result is usually an amorphous mess. Convolution can easily smear sounds. Many convolutions that appear to be interesting musical ideas ('How about crossing a clarinet with a speaking voice?') result in blurred, ringing sonorities. If one is not careful, convolution can easily destroy the time structure and identity of its inputs, emitting an indistinct sonic blob at the output. Thus it is imperative for musicians working with convolution to comprehend its implications so that they can better predict the results of arbitrary convolutions. (Roads, 1993)

Existe uma diferença técnica no processo matemático de convolução. Um processo mais lento implica a multiplicação de cada porção de sinal a que se chama convolução directa. Outro processo, mais rápido e que permite mais manipulação é usar a Transformada Rápida de Fourier⁴¹ para analisar os sinais, decompondo-os em ondas sinusoidais. Multiplica-se a análise dos dois sinais e o resultado passa pela Transformada Rápida de Fourier Inversa. Desta forma o resultado volta ao domínio temporal e portanto, possível de ser ouvido.

A manipulação com a FFT⁴² permite usar diferentes transformações, para a porção de som que vai ser convolvido e alterar a duração e forma da janela. Desta maneira encontra-se a mesma plasticidade que a síntese granular beneficia.

O resultado de convolver o som do fole ao ser ligado com outros sons, sejam eles de altura definida ou não definida, provou ter um resultado surpreendente. Desta forma, várias estéticas estão a operar. Primeiro, existe uma ligação entre os sons, que advém do mesmo instrumento. Em segundo lugar, o som do fole do órgão ao ser ligado, nunca é perceptível pelo ouvinte e raramente lhe é dado um lugar de destaque musical. Terceiro, desta forma insere-se o fole como elemento na obra, sem recorrer a preparação ou modificação do instrumento, como o aspirador em *Harmonies*. E em último lugar,

41 Transformada rápida de Fourier é um algoritmo que digitaliza um sinal durante um período específico de tempo e o divide nas suas componentes de frequência. Essas componentes são ondas sinusoidais, cada uma com sua amplitude e fase.

42 FFT ou Fast Fourier Transform, sigla para a transformada rápida de Fourier.

potencia o uso deste som e seus resultados por convolução, durante a interpretação da obra. Ou seja, seria totalmente impossível, durante a interpretação da parte instrumental, estar a tocar o órgão e a ouvir-se o som do fole a ser ligado e desligado. Desta forma consegue-se atingir uma ilusão acusmática diferente do habitual, por transformação de um som.

O resultado final da convolução depois é editado em Audacity e usado no processo de mistura. São criados grupos de sons que foram convolvidos. Convolução com sons de altura definida com sons sem altura definida, e o inverso. Usando a mesma catalogação feita anteriormente com as gravações de som, basta cruzar cada grupo e encontrar os resultados esperados perante a metodologia e estética. Uma matriz é criada para fazer a permutação entre cada grupo e subgrupo. Nem todos os sons resultantes de convolução foram utilizados, mas há um que tem a duração total da obra, 13:08 minutos, que é o fole convolvido consigo próprio, duas vezes mais lento. Outros sons têm a duração de 30 minutos, criando uma imagem sonora do acto de ligar o órgão. Por curiosidade, durante uma gravação ficou um som que não ficou em catálogo, que são os passos na igreja, a aproximarem-se do gravador. Uma convolução entre esses passos ao aproximarem-se, com diversos sons, obteve resultados diferentes. Parte dessa convolução existe no início da obra deste trabalho, simulando o organista a dirigir-se para o instrumento. Assim como diversas convoluções com o fole e diversos sons, que representa o órgão a ser ligado. Desta forma há uma quebra na linearidade e percepção do tempo. A obra começa com sons, que são ignorados e que desta forma são apresentados, lentamente, no início da peça, como se utilizasse uma lupa para os analisar.

De citar o programa que tornou acessível este tipo de manipulação, o SoundHack⁴³ criado por Tom Erbe, que ainda hoje em dia é usado por compositores como Brian Truax (1947)⁴⁴. A versão equiparável em PC/Win é o Fscape, por Hanns Holger Rutz, vencedor do prémio LoMus em 2014. O programa que foi usado para este trabalho foi o Fscape.

43 Soundhack é uma ferramenta de convolução sonora criado por Tom Erbe. ()

44 Barry Truax, compositor canadiano, que uma das suas áreas de interesse é o soundscape, a paisagem sonora. Desenvolveu a primeira implementação de síntese granular em tempo real. Usa Soundhack para convolução em seu trabalho em paisagens sonoras.

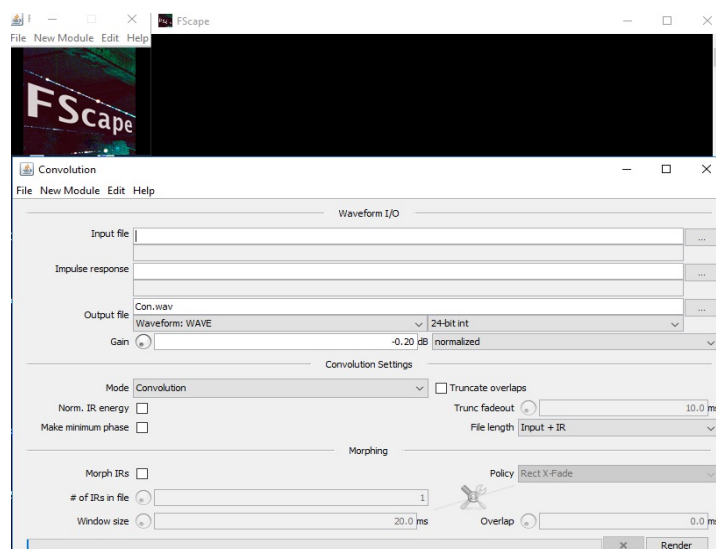


fig. 16: Janela de convolução do programa Fscope

Este programa permite vários tipos de convolução, manipular o tamanho da janela e normalização, assim como convoluções complexas com mais de dois objectos. O programa ao convolver dois sons insere a sigla 'con', ao resultado final. A escolha deste *software* também foi feita por ser de domínio público, como todas as ferramentas usadas nesta obra. Desta forma, quem quiser seguir esta metodologia, pode fazê-lo a custo zero.

Este programa foi usado exclusivamente para convolver dois sinais diferentes, sem impulsos de reposta. Para os impulsos de resposta com o intuito de obter reverberação foi preferível usar a ferramenta REVerence da Steinberg, pois permite a manipulação em tempo real e automatismos de todos os parâmetros da reverberação.

II.4. Granulação

A ideia de que um som poderia ser decomposto em componentes mais pequenas, tem a sua proveniência na filosofia. No final do séc. V a.C., filósofos gregos como Leucipo, Demócrito e Epicúrio falavam que a matéria deveria consistir de pequenos átomos, separados por espaço vazio. Especularam que a matéria poderia ser divisível até ao pondo de ser impossível dividir, chegando ao átomo. No séc. XVII, filósofos franceses voltaram a debater o Atomismo. Ao mesmo tempo que a Acústica e a Física evoluíam, a forma como se pensava em Ciência também evolui, tornando-se cada vez mais experimental, em contraponto com as filosofias Aristotélicas.

Um conceito mais moderno de, desta vez com outra nomenclatura específica para a Acústica, partículas sonoras, podem ser encontrados em trabalhos de Einstein. Consistia em parcelas de energia ultra-sónica com amplitudes muito fracas. Dennis Gabor, aluno de Einstein, em 1946 idealizou as primeiras propostas de um modelo científico sobre o som. Readoptando o termo, partícula sonora, para o domínio temporal e do perceptível. Este trabalho seria mais tarde aplicado em composição por Iannis Xenakis, na sua obra *Analogique B* em 1959. Xenakis realizou a experiência recorrendo à tecnologia da altura, a banda magnética, onde com cortes muito pequenos e posterior montagem chegou a um processo similar à síntese granular. Em *Formalized Music* (1971), Xenakis descreve em detalhe as suas teorias sobre síntese granular.

If there is one dimension of the music totality, one component with originally led composers to the electronic medium, it was and is the temporal domain. ... Those who originally turned to electronic tape were obviously attracted to the element of control. After all, the tape was not a source of sound. Tape is for storage. You can, however, control time as measurable distance of tape. Here we are talking about rhythm in every sense of the word. Not only durational rhythm, but also the time rate of changes of register, of timbre, of volume, and of those many musical dimensions that were addressed until we tried to find out how we heard and how we could structure the temporal (Babbitt, 1988).

Curtis Roads, é co-fundador do International Computer Music Association (ICMA), editor do Computer Music Journal e professor no MIT e no Centre of Research in Electronic Art Technology na California University. Depois das tentativas de Xenakis, no seu livro e composição, Roads tenta implementar a síntese granular ao usar o processamento por computador.

Seu envolvimento com a síntese granular começa em 1972, onde a sua pesquisa leva a criação do seu próprio *software*. A síntese granular manipula o som a um nível microscópico, o átomo individual de um som. Para ser audível, estas parcelas de som têm de ser agrupadas formando grãos de som. Estes grãos podem ter uma duração variável, desde 3 ms a 100 ms, por exemplo. Na síntese granular podemos manipular como é feito o processo de agrupamento destes grãos. Muitos programas hoje em dia

podem fazer síntese granular, desde Reaktor⁴⁵ e Padshop⁴⁶ até programas com linguagem de programação em nódulos, como o Max/MSP ou Pure Data. O *software* original de Curtis Road, Pulsar Generator e Cloud Generator foram idealizados especificamente para síntese granular e continuam a ter uma grande representação na síntese granular, assim como o seu livro, resultado de seu trabalho com Horacio Vaggione (1943), *Microsound*. Apesar de existir em outros *softwares*, como foi descrito, o processo de granulação é bastante complexo. Em programas com programação em nódulos, podemos criar o nosso próprio algoritmo para síntese granular, com a vantagem que podemos manipular os parâmetros com automatismos. Com esses automatismos conseguimos manipular parcelas do som de uma forma que seria impossível com um programa regular de síntese granular. Por exemplo é possível aumentar gradualmente o tamanho do grão, ao mesmo tempo que se altera a frequência, a posição ou até mesmo aplicar valores aleatórios ou lineares. Por outro lado, é possível separar os grãos, aplicando-lhes uma envolvente dinâmica e reenviá-los para saídas de áudio diferentes. Não existe limite para o que se consegue fazer com este tipo de linguagem de programação por nódulos, usando apenas síntese granular e imaginação. Este aspecto estético, do qual o compositor tem controle total, graças ao mundo digital, é mais um eixo de criatividade e expressão, tão válido como outro qualquer.

Com a síntese granular conseguimos encontrar um *quanta* do som original. Uma pequena parcela microscópica que está relacionada e contida no som original. Portanto existe uma ligação entre o material e sua origem. Dependendo do tamanho da janela do grão, pode-se reconhecer, ou não, o som original, mas usualmente trabalha-se o mundo microtemporal abaixo dos 100 ms. No limite, podemos tornar completamente irreconhecível o som original, mascarando totalmente a sua proveniência. O resultado de síntese granular, sem qualquer outra manipulação, tende a criar texturas e sons contínuos, devido ao agrupamento dos grãos. Com mais manipulação, consegue-se alterar a morfologia desses sons e mesmo suavizar a textura da síntese granular. Funciona particularmente bem com sons que aparentemente não tem interesse musical, por serem classificados como ruído, ou por não serem gerados por um instrumento musical. Mas contido no espectro desses sons, não organizado e caóticos, encontra-se

45 Reaktor é uma ferramenta digital que emula um sintetizador modular. Criado em 1996, faz parte da empresa Native Instruments.

46 Padshop e Padshop Pro são uma ferramenta para a linha de sequenciadores da Steinberg que permite síntese granular e hipótese de carregar ficheiros de áudio.

parcelas de som interessante. Para além da qualidade do material, através destes métodos, consegue-se uma manipulação a nível temporal que ultrapassa a interpretação em qualquer instrumento.

Como ferramenta para a síntese granular foi usado o *software* de programação por nódulos, Puredata de Miller Puckette. Usou-se a versão Extended⁴⁷ em 32bit para sistema operativo Windows com as extensões USSSToolkit⁴⁸ de Adrian Moore⁴⁹. A escolha deste *software* remete a ser de uso público, ao contrário do Max/MSP.

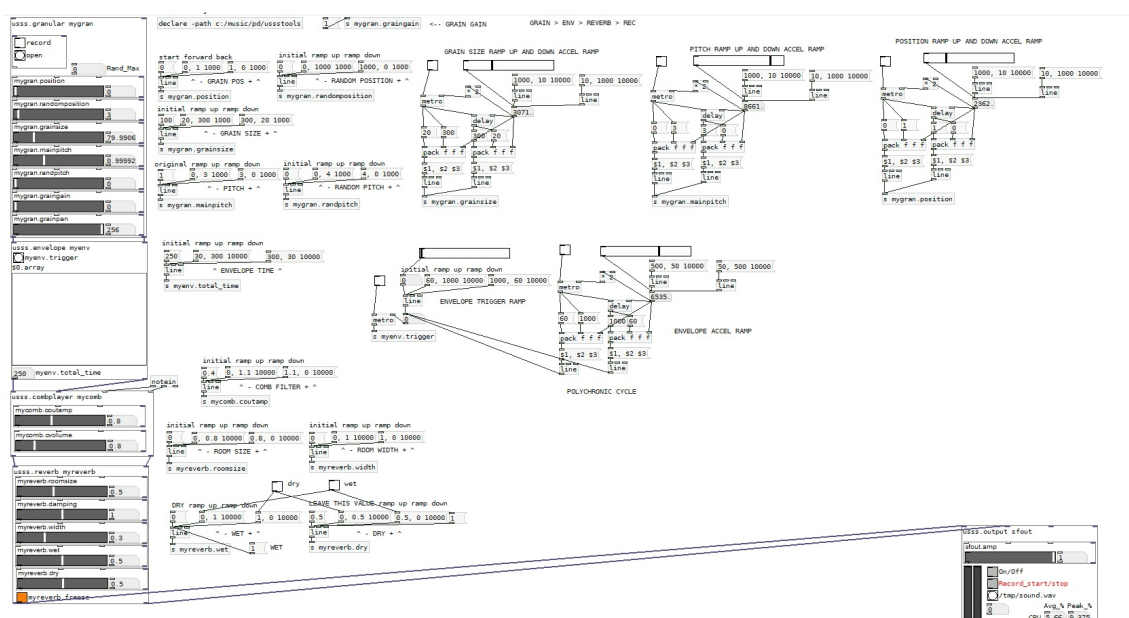


fig. 17: Patch criado para este trabalho em Pure Data Extended

Foi criado uma programação de raiz com o intuito de processar os sons previamente gravados. A linha de sinal começa com um leitor de Wav, que passa o som directamente para a granulação. No módulo de granulação é possível alterar a posição, o tamanho do grão, a frequência de altura. Neste módulo também é possível ter efeito aleatório na panorâmica, frequência de altura e posição do grão. De seguida o sinal passa por uma envolvente dinâmica, para retirar possíveis cliques e alterar a sua forma., pois existe uma tabela onde é possível desenhar a curva da envolvente e assim produzir

47 Pure Data Extended é uma versão do Pure Data com um conjunto de bibliotecas.

48 USSS Tool Kit é uma biblioteca para Pure Data usada na University of Sheffield.

49 Adrian Moore é um professor e compositor inglês que usa o USSS Tool Kit na University of Sheffield.

sons com decaimento rápido, ataque lento e todas as variantes possíveis. Este módulo também tem a hipótese de mudar o tamanho da janela da envolvente.

Só com dois módulos consegue-se criar uma transformação adequada, se incluirmos alguma automatização dos parâmetros acima descritos. Recorrendo a linhas⁵⁰, metrónomos⁵¹, consegue-se manipular vários parâmetros ao mesmo tempo, possibilitando relações numéricas entre si criando desta forma, de uma só vez, gestos de som. Por exemplo o tamanho do grão e da janela da envolvente, ficarem progressivamente mais curtos, ou mais longos. Ao usar uma linha para a posição do grão consegue-se obter o efeito de *pitchshift*, ou *reverse*. Com a frequência de altura, consegue-se fazer *glissandi* descendentes e ascendentes.

Sons que tem uma altura definida, com grãos e janelas de envolvente dinâmica de curta duração, deixam de ter altura definida, sendo esse um dos objectivos deste trabalho, de forma a criar sons sem altura definida, de sons com alturas definidas.

Todos os automatismos são feitos linearmente ou com um outro módulo que cria uma progressão exponencial. Cada um destes automatismos estão sujeitos a repetição. Com esta programação tenta-se imitar movimentos elásticos amortecidos, como por exemplo de uma mola ou pêndulo. A intenção deste movimento é replicar a perspectiva do ponto de vista de um ouvinte, em relação a um objecto que orbita à sua volta, numa trajectória elíptica, onde o observador se encontra num dos focos da elipse. Desta forma tenta-se recriar o comportamento de asteróides. Esta ideia não é meramente estética, pois remete para interpretação que no seu todo é impossível de replicar num instrumento o que vai de encontro com os ideais que Ligeti se debateu com as suas obras para órgão. O seu uso pode ser feito para recriar micropolifonia, se aplicarmos o automatismo a frequência de altura e manipular-se a velocidade do ataque do ataque. Ou seja, de um som que se repete e vai acelerando até ao infinito, até que se ouve só um som e não vários sons sucessivamente mais rápidos. O processo inverso também é interessante. De um som, começa-se a ouvir que é constituído por vários sons que se repetem, e ao desacelerar, deixamos de ter só um som. Em *Coulée*, Ligeti refere nas notas que é para ser interpretado o mais rápido possível até ficar uma massa sonora,

50 Linhas ou *Line* é um objecto de linguagem de programação que permite debitar números sequencialmente.

51 Metrónomos ou *Metro* é um objecto de linguagem de programação que permite activar outros parâmetros de acordo com um ciclo periódico.

através desta programação consegue-se fazer isso e controlar essa velocidade, até se tornar um som. É fácil de imaginar que Ligeti aprovaria esta tática.

Usar granulação com acordes e notas, torna-se interessante quando se inclui estes automatismos lineares e exponenciais. Ajustando a janela do grão acima de 300ms e controlando a envolvente dinâmica, consegue-se manter a altura definida e até certa parte do timbre do som de órgão e manipular o ataque e decaimento, o que transfigura o som usual do órgão. Desta forma é atribuída outra qualidade a um grupo de notas, com som de órgão, mas que é possível ter outra expressividade. De certa forma em *Harmonies* com o ideal de sons estacionários, consegue-se fazer outro tipo de efeito, que está interligado pela sua qualidade, apesar de ser uma transformação sonora.

Na restante programação de processamento de sinal são usados mais dois módulos, filtro de pente⁵² e reverberação. A filtragem de pente é para induzir uma altura definida aos sons que não têm altura definida. Através de um teclado MIDI, acoplado ao computador e devida programação, é possível estar a tocar o som dos pedais, registos e teclas, com altura definida. Esta ideia remete ao objectivo de acrescentar conteúdo com altura de som a sons que não a têm. Através deste recurso também se faz a ligação entre as notas da parte instrumental do órgão e notas na parte electroacústica. O campo harmónico é o mesmo. Modos de Transposição Limitada, escalas octafônicas e poliacordes.

A reverberação é um módulo inspirado no *freeverb*⁵³ onde é possível alterar o tamanho da sala, o amortecimento de frequências, panorâmica, o sinal reverberado e o sinal sem reverberação e uma opção de congelamento da reverberação, *freeze*. Esta reverberação artificial contrasta com as restantes reverberações criadas por impulsos de resposta da igreja. Desta forma o posicionamento dos sons tem outra relação, para além de favorecer a existência de um campo sonoro com várias reverberações. A opção de *freeze* é peculiar pois insere a possibilidade de ser aplicada uma reverberação infinita, ao contrário da reverberação natural do local.

Todos os parâmetros acima referidos, tanto na filtragem de pente, como na reverberação, são alvo dos mesmo automatismos referidos anteriormente, sejam eles lineares ou exponenciais.

52 Filtro de pente, ou comb-filter, é um filtro que implementa uma cópia do próprio sinal. Ao mudar o tempo de sobreposição entre os dois sinais, varia-se a interferência construtiva ou destrutiva. Num gráfico assemelha-se a um pente.

53 Freeverb é uma programação para Pd e Max de reverberação digital.

O módulo final é um gravador que está continuamente a gravar o áudio processado e desta forma consegue-se capturar os movimentos e gestos todos criados para futura edição e mistura.

São efectuados diversos *takes*, com opções e automatismos predefinidos, que depois são misturados no sequenciador.

II.5. Gravações

Para as gravações dos sons do órgão de tubos foi utilizado um gravador Sony PCM-M10 com dois microfones electro-condensador omnidireccionais em ORTF⁵⁴ com 58 mm de espaçamento. Os microfones têm a sensibilidade de 123 dB SPL e captam de 20 Hz a 20 kHz, o suficiente para obter resultados satisfatórios. O formato da gravação foi feito com a frequência e amostragem de 96 kHz a 32 *bit floating point* para assegurar a máxima qualidade possível. A alimentação é feita através de pilhas alcalinas, assegurando o mínimo de ruído e interferências de transformadores de corrente. Desta forma o sistema de gravação é independente e não necessita de extensões eléctricas. Como monitorização usou-se auscultadores HD 202 Senheiser, que tem a característica de serem fechados, o que permite uma melhor escuta e assim controlar auditivamente os níveis de ganho.

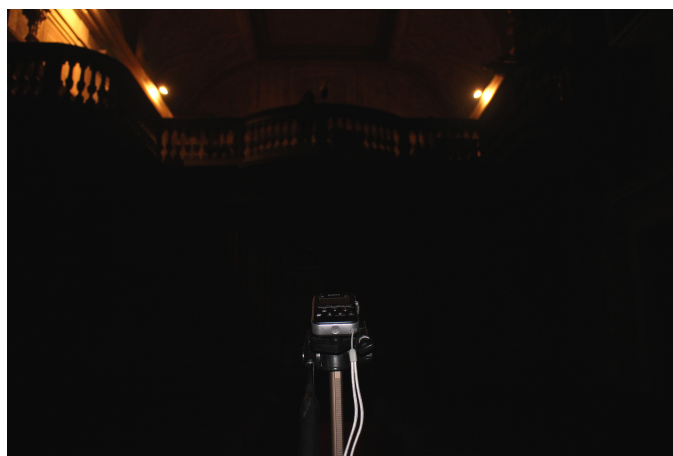


fig. 18: Posicionamento do gravador. Meio da igreja.

54 ORTF é um sistema de gravação estéreo com microfones a 110°. Também conhecida por Side-Other-Side. Concebida por volta de 1960 pelo Office de Radiodiffusion Télévision Française na Radio France.

Antes de qualquer gravação é feito um teste para acertar os níveis de entrada, com o intuito de eliminar o ruído de fundo e evitar excesso de sinal. A referência de -10 dB de pico máximo de som foi usado, de forma a obter um bom compromisso entre os factores acima referidos e ter margem de manobra para a edição. Todas as gravações foram acompanhadas por uma dicção do *take*, local e tipo de som a gravar, para facilitar a catalogação e futura edição. Ao acertar o nível de ganho numa posição, manteve-se esse nível para todos os sons seguintes. No caso dos impulsos, que apesar de ser o mesmo som, foram feitos vários *takes* a diversos níveis de pico, para garantir uniformidade entre as distâncias. Neste caso específico dos impulsos de resposta foi usada a referência de -12 dB, -10 dB e -5 dB.

Todo o equipamento é montado num suporte de câmara fotográfica, o qual é adicionado um peso para garantir estabilidade ao equipamento e atenuar qualquer tipo de vibração. O gravador é controlado por um controlo remoto de infravermelhos, para não interferir a gravação na manipulação do equipamento. O tripé foi montado à altura de 1.60 m, sendo o intuito captar como se fosse a audição de um ouvinte. Como redundância, usou-se uma especificidade deste gravador, que fica continuamente a gravar 5 segundos antes de ser pressionado o botão de gravar no controlo remoto, isto no caso de existir falta de sincronia entre o gravador e o assistente (operador de balões) ou se surgir algum som inesperado mas de relevo para o trabalho. Nenhuma opção de limitação ou compressão foi usada no gravador, para não alterar o nível dos sons captados, assim como sistemas de detecção de nível sonoro, filtragem de graves e equilíbrio de ganho. As gravações foram feitas de noite, para minimizar o ruído de fundo, primeiro, porque a igreja encontra-se fechada ao público. Em segundo, a essa hora existe menos transeuntes, carros, autocarros e eléctricos, pois a igreja situa-se numa rua com bastante trânsito e durante o dia algum desse ruído residual é captado nas gravações. Para assegurar o nível mínimo de ruído de estática e interferência, todo o aparato eléctrico da igreja foi desligado, as luzes, holofotes e sistema de som, sendo usada uma lanterna do telemóvel para confirmar a posição na igreja.

Estas gravações tiveram o objectivo de captar sons do órgão e impulsos de resposta. Com estes impulsos de resposta obteve-se várias reverberações diferentes do espaço, por serem captadas em localizações diferentes. É feita a posterior análise e uso

desses impulsos de resposta na transformação sonora, especialmente, convolução. Esses impulsos de resposta foram gerados com o recurso a balões e uma agulha.

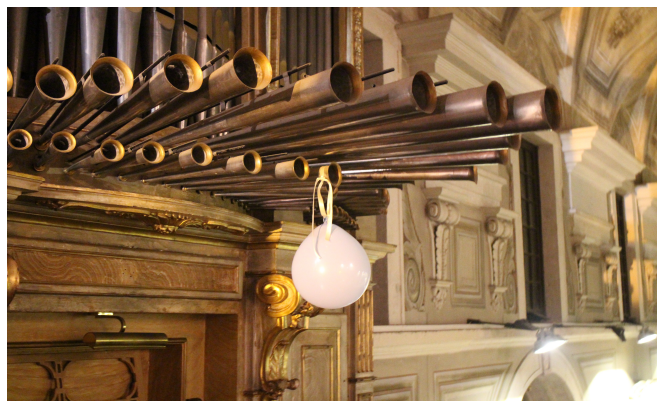


fig. 19: Posicionamento de balão. Pormenor das palhetas horizontais do órgão.

Procedendo ao enchimento de vários balões com o mesmo volume de ar e escolhida a mesma zona em cada balão a ser picada pela agulha. O som explosivo de um balão é apropriado para a gravação de impulsos de resposta, pois é um som de alto impacto com praticamente todas as frequências⁵⁵ (Henriques, 2013, p.213). Foi escolhido este método, por ser mais prático e fidedigno, do que usar um computador e fazer um *sweep* de frequências para montar um impulso de resposta⁵⁶. Os balões foram posicionados no Coro Alto, sempre na mesma posição e o gravador nos pontos que se refere de seguida.

55 O som de um balão ao arrebentar, semelhante a uma pistola, é usado em substituição de uma arma de fogo, por ter as mesmas características explosivas que cobrem o espectro totalmente.

56 Um *sweep* de frequências, ou varrimento desde frequências baixas até altas, é outro método usado para a obtenção de impulsos de resposta, mas requer manipulação do áudio captado, pois requer computação para que todas as frequências iniciem no mesmo instante.

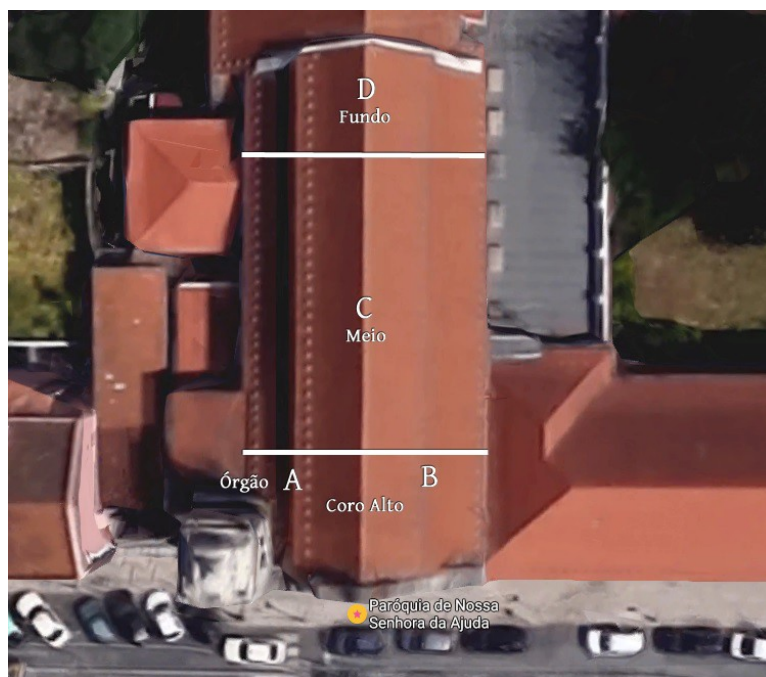


fig. 20: Diversas posições usadas para as gravações. Projecção da planta em plano horizontal.

Foram usadas 5 posições. Ponto A é a posição do organista no órgão de tubos. O órgão de tubos encontra-se no lado do Evangelho (lado esquerdo) no coro alto, por cima da entrada da igreja. Neste ponto é possível captar o ruído do fole, das teclas, registos e pisantes e ter alguma proximidade na captação desses sons. Qualquer tipo de reverberação captada neste ponto é mínimo.

Ponto B é simetricamente oposto ao Ponto A, no coro alto, ou seja, do lado direito. Esta posição assegura um bom compromisso entre reverberação e som directo do órgão, sem captar o ruído do fole e teclas e é o ponto privilegiado para captar todos os sons que estão relacionados com notas e acordes. É um local de referência quando se grava repertório de órgão de tubos em recitais e concertos.

Ponto C é no meio da Igreja, entre as duas tribunas, e é o ponto de perspectiva do público. Este ponto é interessante, pois o som directo do órgão é menor que o ponto B. Também é um local de referência para gravações de repertório de órgão de tubos. Engenheiros de som, produtores e organistas usam recorrentemente estes dois pontos para a gravação profissional em caso de edição em disco.

Ponto D é por detrás do altar, no fundo da igreja, e é o ponto mais reverberante, por ter menos som directo e devido à distância e arquitectura da igreja. Algumas notas e acordes foram gravados neste sítio, pois ficam com a característica de distância.

Outra posição foi usada num caso específico, o de captar alguns sons e impulsos de resposta dos sons do fole a ligar e desligar. A esse ponto, chamou-se de Caixa. Com o mesmo método, recorrendo a balões, foi criado um impulso de resposta do interior da caixa do órgão, sem ter a reverberação da Igreja, que se revelou particularmente interessante, pois é bastante curto e com várias frequências predominantes, funcionando como um ressoador para o órgão.

De citar que não existe qualquer tipo de problema de fase nas gravações, mesmo em localizações diferentes, pois o som do órgão é reflectido por todas as superfícies e envolve qualquer ponto em 360°. Foi feito um teste de fase, ao gravar em diversos ângulos e posições, o mesmo som (um acorde de Dó maior). Não se encontrou qualquer diferença de fase. O facto de se usar microfones omnidireccionais também contribui para esse facto.

Posteriormente, os sons são todos arquivados em computador e procedeu-se a sua edição e catalogação. São ignoradas todas as gravações, que mesmo neste ambiente controlado, tenham ruídos parasitas, sinal acima do limite ou sinal com pouca energia. Apesar de todas as redundâncias, com a segurança de ter diversos *takes* com o propósito de comprara a diferença entre limite máximo e mínimo de som, pois a amplitude dinâmica do órgão é muito grande⁵⁷. Após a selecção foi feita a edição. Recorrendo ao *software* Audacity⁵⁸, e no formato original de 96 kHz a 32 *bit floating point*, retira-se todo o silêncio, antes e depois dos *takes*, de forma a minimizar o espaço em arquivo e ter acesso imediato ao início do som. Não foi feita nenhuma normalização, equalização, filtragem, corte, ou redução de ruído. Alguns dos pontos de referência, ouve-se o som do fole e do ar a percorrer o órgão, ao aplicar redução de ruído, esses sons desaparecem, mas como fazem parte integrante do carácter do órgão de tubos, optou-se por manter. Em arquivo, usou-se directórios com os nomes apropriados a cada situação, para facilitar a consulta e futuro processamento no mundo digital.

57 A amplitude sonora de um órgão de tubos é muito grande. Entre uma combinação de registos Cheios e Palhetas e a combinação de um Flautado a diferença da pressão sonora poderá ser superior a 10 dB.

58 Audacity é um programa de edição de áudio de acesso livre.

Nos impulsos de resposta não se usou o mesmo método. Não foi necessário, redução de ruído, pois as gravações nos locais escolhidos não captam o ar do fole ou outros ruídos parasitas. Exceptuando o impulso de resposta da caixa do órgão, que teve de se usar redução de ruído, com o intuito de filtrar o ruído do ar do fole. O Audacity tem uma ferramenta própria que analisa primeiro o espectro, e depois de interacção com o utilizador, encontra-se a banda do ruído e retira-a sem perturbar o resto do conteúdo.

Todos os impulsos de resposta foram editados, o seu início e final, com especial cuidado, pois esta parte é essencial para criar um bom impulso de resposta (um impulso de resposta, não pode ter no início silêncio, assim como no final, pois este silêncio fica a fazer parte da reverberação). A edição é feita com auxílio de zoom no Audacity, desde o instante 0 que contém a explosão, até o decaimento até 0 dB. Apesar dos diversos *takes* com níveis diferentes, escolheu-se o *take* com a referência de -12 dB, por ser o que apresenta mais linearidade em comparação com os *takes* nas outras posições. Depois dessa escolha, é feita uma normalização a -1 dB, para todos os impulsos ficarem ao mesmo volume sonoro e não existir discrepâncias. Com os 4 impulsos de resposta; Caixa, Coro alto, meio da igreja e fundo de igreja, criou-se as reverberações de cada local. A partir daqui pode-se obter um som com reverberação.

Com o programa Fscape⁵⁹, onde se convolve um som com o outro obtendo assim um som com reverberação, mas este programa não faz o processamento em tempo real, ou de outra forma, que é no sequenciador Cubase⁶⁰, com o programa REVerence⁶¹, que tem a possibilidade de carregar impulsos de resposta. Com esta segunda forma, consegue-se manipular a quantidade de reverberação, o seu posicionamento, panorâmica e equalização. Todos estes parâmetros são alvo de automatização.

Ao testar que as duas formas funcionavam e tinham os resultados expectáveis, procedeu-se a sua análise com o programa Room EQ Wizard⁶². Com este programa é possível traçar gráficos RT60, RT30⁶³(Henriques, 2013, p.772) e espectrogramas. Com este programa é possível calcular o tempo de reverberação em RT60, sem usar o método

59 Fscape é um programa de convolução na linguagem de programação JAVA e de domínio livre. Foi criado por Hanns Holger Rutz, vencedor do prémio LoMus em 2014. É inspirado no Soundhack de Tom Erbe. É uma alternativa para o sistema operativo Windows, em vez do SoundHack que funciona apenas em macOS.

60 Cubase é um sequenciador da empresa alemã Steinberg.

61 REVerence é uma ferramenta dos sequenciadores da Steinberg. É um efeito de reverberação que permite carregar impulsos de resposta previamente gravados. Através desta ferramenta é possível usar a reverberação da igreja onde existe o órgão, com recurso dos impulsos de resposta criados.

62 Room EQ Wizard é um programa de domínio livre para a análise de acústica de salas e correcção sonora.

RT60

Legend:

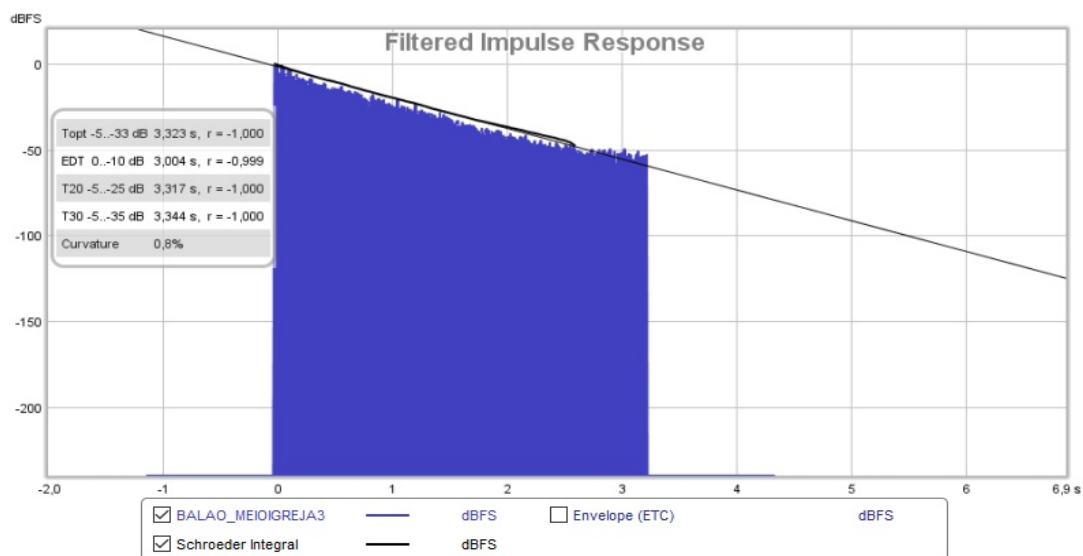
- ☒ Time-reversed filtering
- ☒ Zero phase filtering
- ☐ Show correlation factor
- ☐ Use bars on RT60 plot
- Top: Top
- One Octave Bands One Octave Bands

Frequency range: 20 to 2000 Hz

RT60 values (s):

- 1: BALAO_COR... (Topt) 3,44 s
- 2: BALAO_... [2... (Topt) 3,51 s
- 3: BALAO_FUN... (Topt) 3,43 s

O programa permite seleccionar vários *takes* e fazer uma média. Através do programa também se comprova que o local não tem comportamento modal, ou seja, nenhuma frequência apresenta um pico e dessa forma, nenhuma frequência (ou nota) é predominante. Apesar de ter esse comportamento linear, a reverberação é mais natural do que outros produtos de reverberação. Primeiro, porque a reverberação natural desta igreja é excelente e já foi elogiada por diversos músicos. Segundo, apresenta uma coloração nas frequências, apesar de conservar uma linearidade que garante a não existência de comportamento modal.



63 RT60 e RT30 (Reverb Time) ou TR60 e TR30 (Tempo de Reverberação) é uma sigla para designar o tempo que reverberação demora a decair até -60 dB ou -30 dB respectivamente.

O grave até aos 100 Hz é atenuado em 0,6 dB e a partir dos 2 kHz até 8 kHz também é atenuado em 1,5 dB. Na gama auditiva dos médios existe alguma variância, que não cria impacto no tratamento de dados, mas que cria uma certa coloração na reverberação. O RT60 da igreja, é em média 3,45 s.

Ao atribuir cada par de reverberações num sistema hexafónico, consegue-se artificialmente replicar a sensação de estar no local, principalmente o facto já referido, que o som é difundido por todo o lado e chega ao ouvinte em 360°. Em comparação com outros produtos de reverberação por impulso de resposta, como o East West Spaces⁶⁴, a qualidade não é inferior, mesmo comparando com reverberações de catedrais e igrejas. De notar o efeito psicossomático, que ao atribuir a reverberação deste espaço a qualquer som, o autor reconhece a reverberação, provavelmente por estar muito habituado a ouvir o mesmo.

II.5.1. Resultado das gravações

Para efeitos de organização e possibilidade de usar em diversos programas informáticos e sistemas operativos, optou-se por usar letras capitais sem acentos. As gravações, quando efectuadas em outro ponto qualquer sem ser na proximidade do órgão, são marcados por letras. Existindo apenas uma excepção que é a posição dentro da caixa do órgão. Todas as gravações são em estéreo em formato WAV, 96 kHz, 32 *bit floating point*.

- Impulsos de resposta: Na Caixa, ponto B, C e D.

BALAOCAIXA.WAV
BALAOB.WAV
BALAOC.WAV
BALAUD.WAV

- Fole: Caixa do motor do órgão a ligar, a funcionar e a desligar, com efeito de proximidade de microfones.

FOLE1.WAV
FOLE2.WAV

⁶⁴ Spaces é uma ferramenta profissional de reverberação da empresa East West, que contém impulsos de resposta de salas de concerto, teatros de ópera e outros locais famosos pela sua acústica.

- **Acordes:** No ponto B, vários acordes. Acorde Místico, acorde de Petrushka, acorde com 9.^a #11.^a 13.^a. Vários registos utilizados. Cheios, Palhetas e Flautados.

ORGAO_ACORDE1.WAV
ORGAO_ACORDE2.WAV
ORGAO_ACORDE3.WAV
ORGAO_ACORDE4.WAV
ORGAO_ACORDE5.WAV

- **Clusters:** No ponto C, um *cluster* produzido pela palma da mão. Região de Baixos. Vários registos utilizados. Cheios.

ORGAO_CLUSTERPALMA1.WAV
ORGAO_CLUSTERPALMA2.WAV

- **Harmónicos:** No ponto A e ponto B, produção e harmónicos no órgão, produzidos por variação de pressão na tecla. Uma pequena pressão causa os tubos a não comportarem-se como um sistema linear, devido ao baixo fluxo de ar, produzindo outro som. A frequência e intensidade varia com a pressão. Vários registos utilizados. Cheios, Palhetas e Flautados. De notar que cada conjunto de registo responde de maneira diferente à pressão nas teclas.

ORGAO_HARMONICOS1.WAV
ORGAO_HARMONICOS2.WAV
ORGAO_HARMONICOS3.WAV
ORGAO_HARMONICOS4.WAV

- **Harmónicos:** No ponto B e ponto C, diversas notas só como registo de Palheta.

ORGAO_NOTA_PALHETA1.WAV
ORGAO_NOTA_PALHETA2.WAV
ORGAO_NOTA_PALHETA3.WAV

- **Ostinato:** No ponto B. Uma sequência de notas em repetição.

ORGAO_OSTINATO.WAV

- Acordes Palhetas: No ponto B. Os mesmos acordes citados anteriormente, mas só com registo de Palhetas.

ORGAO_PALHETA_ACORDE1.WAV
ORGAO_PALHETA_ACORDE2.WAV
ORGAO_PALHETA_ACORDE3.WAV

- Harmónicos Palhetas: No ponto B. Variação de pressão nas teclas, só com o registo de Palhetas.

ORGAO_PALHETA_BEND.WAV
ORGAO_PALHETA_QUARTA.WAV

- No ponto B. Intervalos de 4.^a aumentada, com diversos registos e oitavas.

ORGAO_QUARTAS1.WAV
ORGAO_QUARTAS2.WAV

- Outros sons: Passos no coro alto, gravados no ponto B, C e D. Gravação accidental.

PASSOS_COROALTO.WAV

- Pisantes: Nos pontos A, B, C e D. Som dos pisantes a serem accionados, em diversos tipos de ritmos e intensidades.

PEDAIS1.WAV
PEDAIS2.WAV
PEDAIS3.WAV
PEDAIS4.WAV
PEDAIS5.WAV
PEDAIS6.WAV
PEDAIS7.WAV
PEDAIS8.WAV
PEDAIS9.WAV

- Registos: Nos pontos A, B, C e D. Som dos registos a serem accionados, em diversos tipos de ritmos e intensidades.

REGISTO1.WAV
REGISTO2.WAV
REGISTO3.WAV
REGISTO4.WAV
REGISTO5.WAV
REGISTO6.WAV
REGISTO7.WAV
REGISTO8.WAV

- Teclas: No ponto A (o único a oferecer o efeito de proximidade). Som das teclas a serem accionadas em diversos tipos de ritmo e intensidade.

TECLAS1.WAV
TECLAS2.WAV
TECLAS3.WAV
TECLAS4.WAV

Como grupo de sons que partilham certas qualidades podemos designar o seguinte:

1. Sons tónicos representam sons que têm uma periodicidade no seu ciclo e que reconhecemos como uma altura definida.
2. Sons não tónicos representam sons que não têm uma periodicidade no seu ciclo, que não reconhecemos uma altura definida.
3. Sons mistos, que retêm qualidades dos sons tónicos e não tónicos, ou que na sua evolução viajam entre tónico e não tónico.

Segue a reorganização em tabela:

1. Sons Tónicos:

ORGAO_ACORDE1.WAV
ORGAO_ACORDE2.WAV
ORGAO_ACORDE3.WAV
ORGAO_ACORDE4.WAV
ORGAO_ACORDE5.WAV

ORGAO_CLUSTERPALMA1.WAV
ORGAO_CLUSTERPALMA2.WAV
ORGAO_NOTA_PALHETA1.WAV
ORGAO_NOTA_PALHETA2.WAV
ORGAO_NOTAS1.WAV
ORGAO_NOTAS2.WAV
ORGAO_NOTAS3.WAV
ORGAO_OSTINATO.WAV
ORGAO_PALHETA_ACORDE1.WAV
ORGAO_PALHETA_ACORDE2.WAV
ORGAO_PALHETA_ACORDE3.WAV
ORGAO_QUARTAS.WAV
ORGAO_QUARTAS2.WAV

2. Sons Não-Tônicos:

FOLE1.WAV
FOLE2.WAV
PASSOS_COROALTO.WAV
PEDAIS1.WAV
PEDAIS2.WAV
PEDAIS3.WAV
PEDAIS4.WAV
PEDAIS5.WAV
PEDAIS6.WAV
PEDAIS7.WAV
PEDAIS8.WAV
PEDAIS9.WAV
REGISTO1.WAV
REGISTO2.WAV
REGISTO3.WAV
REGISTO4.WAV
REGISTO5.WAV
REGISTO6.WAV
TECLAS1.WAV

TECLAS2.WAV
TECLAS3.WAV
TECLAS4.WAV

3. Sons Mistos:

ORGAO_CLUSTERPALMA1.WAV
ORGAO_CLUSTERPALMA2.WAV
ORGAO_HARMONICOS1.WAV
ORGAO_HARMONICOS2.WAV
ORGAO_HARMONICOS3.WAV
ORGAO_HARMONICOS4.WAV
ORGAO_PALHETA_BEND.WAV

O objectivo de gravar todo este material é o de obter sons tónicos e não-tónicos do instrumento assim como do espaço envolvente ao instrumento. Tudo isto é usado para a transformação sonora. Desta forma o material sonoro está intimamente relacionado com o próprio instrumento a usar. Para além desse factor, as técnicas estendidas são aplicadas na produção deste material sonoro, existem portanto dois graus de processamento. Um primeiro grau onde o som é obtido por uma técnica estendida, que modifica o som natural do órgão. Em segundo grau, a transformação sonora desse som recorrendo ao mundo digital.

As técnicas de transformação sonora usadas foram; síntese granular e *paulstretch*⁶⁵ para além da convolução. Especifica-se de seguida a ordem de convolução, onde dois sons são convolvidos entre si.

Por motivos de organização e catalogação é usada a sigla 'con' em minúsculas, entre os sons que foram convolvidos. Neste caso foi usado o programa Fscape para concretizar uma convolução complexa: Por isto entende-se convolução com vários patamares, janelas e hierarquias entre si, possíveis de controlar. Neste caso tenta-se encontrar permutações que criem sonoridades interessantes, como cruzar um som tónico, com um som não-tónico (um acorde com registo de flautados convolvido com o som do fole a ligar). Desta forma, os sons que são tónicos perdem de certo modo a sua

65 *Paulstretch*, ou Paul's Extreme Sound Stretch é uma ferramenta de transformação sonora desenvolvida por Paul Nasca em 2006. Foi criada com o propósito de esticar o som drasticamente sem causar artefactos. Esta ferramenta pode-se encontrar no programa Audacity.

altura definida. Os sons não-tônicos ganham alguma altura definida. Para além da convolução mudar completamente o ataque e o decaimento de cada som. Exemplo:

FOLE1conBALAOALTO.WAV
FOLE1conFOLE2.WAV
FOLE1conPASSOSALTO.WAV
ORGAOACORDE1conORGAOACORDE2.WAV
ORGAOPALHETASconPASSOSALTO.WAV
ORGAOHARMONICOS3conPASSOSALTO.WAV
ORGAOQUARTASconORGAOOSTINATO.WAV
ORGAOFLAUTADOSconFOLE2.WAV

- Convolução Acordes. Por isto entende-se convolução do produto harmónico de acordes com outros acordes diferentes e efeitos. Desta forma cria-se outro tipo de som contínuo, que evolui a nível temporal, de uma forma impossível de fazer no instrumento.

ORGAOACORDE2conORGAOPALHETAS.WAV
ORGAOACORDE3conORGAOHARMONICOS.WAV
ORGAOACORDE4conORGAOHARMONICOS2.WAV
ORGAOACORDE5conORGAOHARMONICOS4.WAV
ORGAOACORDESconFOLE1.WAV
ORGAOACORDESconORGAOPALHETAS.WAV
ORGAOACORDE1conORGAOPALHETAS
ORGAOACORDES2conFOLE2.WAV

- Convolução Acordes Palhetas. Por isto entende-se convolução de produto harmónico de acordes com outros acordes e efeitos, onde um dos sons é sempre com registo de palhetas.

ORGAOACORDE1conORGAOBEND.WAV
ORGAOACORDE1conREGISTOS2.WAV
ORGAOACORDE2conORGAOBEND.WAV
ORGAOACORDE3conORGAOBEND.WAV
ORGAOACORDE3conTECLAS3.WAV

- Convolução *Cluster*. Por isto entende-se convolução de acordes em *cluster* com outros efeitos.

ORGAOPALMA2conREGISTOS2.WAV
ORGAOPALMA2conTECLAS3.WAV
ORGAOPALMAconREGISTOS1.WAV
ORGAOPALMAconREGISTO2.WAV
ORGAOPALNAconREGISTO3.WAV

- Convolução Fole. Por isto entende-se convolução do som do fole, a iniciar e a desligar, com outros efeitos.

FOLE1conREGISTOS1.WAV
FOLE1conREGISTOS2.WAV
FOLE1conTECLAS3.WAV
FOLE2conFOLE1.WAV
FOLE2conORGAOPALHETAS.WAV
FOLE2conORGAOPALHETAS1.WAV
FOLE2conPEDAIS9.WAV

- Convolução Harmónicos. Por isto entende-se convolução de harmónicos em diversos registos, produzidos por variação de pressão nas teclas, com outros efeitos.

ORGAOHARMONICOSPALHETASconPASSOSALTO.WAV
ORGAOHARMONICOSPALHETASconPEDAIS9.WAV
ORGAOHARMONICOS2conTECLAS3.WAV
ORGAOHARMONICOS3conORGAOOSTINATO
ORGAOHARMONICOS4conFOLE1.WAV
ORGAOHARMONICOSconREGISTOS1.WAV
ORGAOHARMONICOSFLAUTADOSconFOLE2.WAV

- Convolução Notas. Por isto entende-se convolução de um som de uma nota, com vários registos e outros efeitos.

ORGAOBENDconORGAOHARMONICOSFLAUTADOS.WAV
ORGAOPALHETAconFOLE2.WAV

ORGAOPALHETA1conORGAOBEND.WAV
ORGAOPALHETA1conORGAOHARMONICOSPALHETA.WAV
ORGAOPALHETA1conORGAOOSTINATO.WAV
ORGAOPALHETA1conORGAOHARMONICOSFLAUTADOS.WAV
ORGAOPALHETA2conORGAOBEND.WAV
ORGAOPALHETA2conORGAOHARMONICOSPALHETA2.WAV
ORGAOPALHETA2conORGAOHARMONICOSFLAUTADOS.WAV

- Convolução Ostinato. Por isto entende-se convolução de um ostinato (referido anteriormente) com outros efeitos.

ORGAOOSTINATOconFOLE1.WAV
ORGAOOSTINATOconORGAOHARMONICOSPALHETAS.WAV

- Convolução Quartas. Por isto entende-se convolução de uma sucessão de série de intervalos de 4.^a perfeita com outros efeitos.

ORGAOBENDconORGAOQUARTAS.WAV
ORGAHARMONICOSPALHETASconORGAOQUARTAS.WAV
ORGAOACORDE2conORGAOQUARTAS.WAV
ORGAOACORDE3conORGAOQUARTAS.WAV
ORGAOHARMONICOSFLAUTADOSconORGAOQUARTAS.WAV

A escolha do material tónico, notas, acordes e ostinatos, está relacionado com a parte instrumental do trabalho. Que neste caso remete a escalas octatónicas dos Modos de Transposição Limitada de Messiaen. Como eixo condutor desse campo octatónico, usam-se vários acordes e intervalos, daí o uso do acorde de 4.^a perfeitas (aparecendo a nomenclatura 'quartas'). O mesmo material escrito para a parte instrumental do órgão, é usado, desta vez como som, na parte composicional de electroacústica. Para além de suscitar uma ligação mais próxima entre o material sonoro da electroacústica e o material musical da parte instrumental, encontra-se no final uma gama de sons que é a soma das duas partes. A nomenclatura harmónico é usada, para descrever a técnica estendida de variar a pressão da tecla. É feita a diferenciação por registo, porque o resultado final obtido é diferente. Quando essa variação é mais curta ao longo do tempo, usou-se a palavra em inglês 'bend'.

III. Envolvente temática

O título desta obra, *3 Juno*, está relacionado com o asteróide do mesmo nome. Os asteróides são objectos celestes, de menor porte que os planetas, e consequentemente orbitam à volta do Sol em várias regiões do Sistema Solar. Sua nomenclatura insere um número antes de uma denominação, usualmente feminina⁶⁶ que determina a hierarquia da sua descoberta.

Esta obra está situada num ciclo de peças relacionadas com os asteróides de uma região do Sistema Solar compreendida entre as órbitas de Marte e Júpiter. A maior parte da massa total desta cintura está contida em alguns asteróides: 1 Ceres, 2 Pallas, 4 Vesta, 10 Hígia e 3 Juno. Todos descobertos entre 1801 e 1807.

A peça *1 Ceres* é música instrumental para dois órgãos de tubos distintos e electroacústica em 8 canais. Onde dois órgãos representam dois corpos celestes, Júpiter e Marte, que afectam 1 Ceres e representam o movimento dos corpos celestes na difusão sonora. O material sonoro da parte electroacústica é derivado da biblioteca de sons da Voyager⁶⁷, facultada pela NASA e ESA. Foi estreada no CANSAT 2017⁶⁸ através do festival Dias de Música Electroacústica⁶⁹.

A peça *2 Pallas* é música instrumental para um órgão de tubos e música electroacústica. Esta peça foi uma encomenda da EMSCAN⁷⁰. A parte electroacústica referencia a mesma biblioteca e acrescenta outro material sonoro transformado.

A peça *4 Vesta* é exclusivamente música electroacústica. Composta em Csound⁷¹, para a unidade curricular do Mestrado, Seminário Artístico I. Nesta peça o material sonoro usado é a incrustação da parte instrumental das peças anteriores, transformada em diversas formas.

Com *3 Juno* é finalizado o ciclo, que demonstra a variedade que se pode obter com a música instrumental e a música electroacústica. Esta peça explana a aplicação de

66 Os asteróides, como outros corpos celestes, têm nomes vindos da cultura helenística. No caso dos asteróides, são nomes femininos, em vez dos planetas que são nomes masculinos com a excepção de Vénus e Terra.

67 Voyager é o nome de um programa norte-americano e de uma sonda. Desenvolvido em 1977 pela NASA.

68 CANSAT é um concurso internacional de desenvolvimento de mini-satélites, que cabem numa lata de refrigerante. Em 2017 o Cansat a nível nacional foi realizado no Aeroclub Torres Vedras.

69 DME, o Festival Dias de Música Electroacústica. Dirigido pelo compositor Jaime Reis, iniciou-se em 2003 na Polónia.

70 EMSCAN, Electroacoustic Music and Sound Courses Alumni, uma associação sem fins lucrativos fundada em 2010 em Lisboa.

71 Csound é uma linguagem de programação para som. Lançado em 1986. Foi originalmente escrito no MIT por Barry Vercoe em 1985 e adaptado por Max Mathews nos laboratórios Bell.

técnicas estendidas e ferramentas electroacústicas com material sonoro do próprio instrumento.

Dentro deste ciclo de peças foi usada esta nomenclatura, como inspiração e interligação entre cada uma das peças. Os dados dos asteróides como a massa, período rotacional, eixo, translação são usados na composição, assim como a presença de outros corpos celestes que afectam a cintura de asteróides, como os planetas Marte, Júpiter, Saturno e a estrela Sol.

Com *3 Juno* é usado o valor da sua órbita, 4.36 anos, o tempo que o asteróide leva a completar seu ciclo à volta do Sol. A duração desta obra é o triplo desse valor, numa escala apropriada para uma forma musical, 13.08 minutos.

A massa de *3 Juno* é de 3% da massa de *1 Ceres*. Isto reflecte-se na composição com o uso de incrustações da parte harmónica de *1 Ceres* em *3 Juno*.

O ciclo na sua totalidade demonstra uma gradação da percentagem entre música instrumental e música electroacústica. No início do ciclo, com *1 Ceres*, existe mais música instrumental que música electroacústica. No final do ciclo existe mais música electroacústica, com a parte instrumental com técnicas estendidas. Desta forma, no final do ciclo é apresentada a questão inicial da dissertação; qual é o som original do órgão de tubos?

CONCLUSÃO

O resultado laboratorial expresso através da criação de uma obra musical representa a resposta às questões iniciais. É possível iludir o ouvinte, com o recurso a técnicas estendidas em órgão de tubos. É possível iludir o ouvinte através de processamentos sonoros, baseados em gravações do próprio instrumento. A ilusão é criada e está interligada na vertente instrumental e electroacústica. O foco deste trabalho não é a criação da obra, ou a obra em si, mas a investigação de repertório do instrumento e métodos de composição. A criação musical deste trabalho é fundamentada através da recolha de repertório e consequente análise. O fio condutor da música instrumental ao longo dos séculos revela uma procura de novas sonoridades. Essa procura é assente na composição, evolução da mecânica do instrumento e técnicas interpretativas.

Na obra *3 Juno* é usada a parte instrumental e a electroacústica como um todo, ao apresentar uma proposta de interligação de uma forma lógica. Este método pode ser aplicado em outras situações, instrumentos e locais. Pode-se usar o mesmo sistema e aplicá-lo a outro instrumento, por exemplo, clarinete. Ao pesquisar o repertório que introduziu técnicas inovadoras no clarinete e relacioná-lo directamente com técnicas de transformação sonora da música electroacústica, percorre-se o mesmo caminho que este trabalho. Este tipo de sistematização é pertinente para a organologia e musicologia, pois através do laboratório de catalogação de sons e sua análise, chegam-se a outras conclusões.

O uso de técnicas de transformação sonora da electroacústica, apropriadas ao instrumento tornou-se uma vertente importante do trabalho. Dada a classificação de sons em grupos tónicos, não-tónicos e mistos torna-se evidente que técnicas de transformação devem ser usadas. Ao alterar um som não-tónico com propriedades de altura definida, assim como alterar um som tónico para perder a sua altura definida. A espacialização de todo o material sonoro também assenta na acústica do local, onde se replica em seis canais as diferentes reverberações.

Com convolução obtêm-se a reverberação do espaço e a possibilidade de conjugar dois sons de uma maneira impossível de ser feita apenas com o instrumento. Desta forma é possível alongar sons e expor material sonoro que passa despercebido ao ouvinte.

Com granulação consegue-se alterar a envolvente dinâmica do instrumento, desta forma o instrumento adquire outro nível de expressividade, para além do organista. Sons podem ficar mais curtos, crescerem ao longo do tempo e decaírem de uma forma diferente do som do órgão.

Por outro lado, a criação de obra musical contemporânea, aplicada a um instrumento antigo, liga historicamente a filosofia por detrás da criação do próprio instrumento. Uma máquina capaz de produzir sons inovadores. Estabelece-se uma ligação temporal entre técnicas usadas em repertório antigo de órgão histórico e as técnicas estendidas usadas mais tarde por outros compositores, como Ligeti. A funcionalidade do instrumento, apesar de ser específica a uma prática musical, é imposta na prática contemporânea, sem modificação ao instrumento histórico. A escolha de usar este tipo de instrumento, também remete para o facto de os compositores visados neste trabalho, não terem usado um instrumento histórico. O relevo do órgão de tubos histórico português no panorama musical, que inclui um repertório e função, é modificado para um resultado contemporâneo. Conclui-se que é possível compor música contemporânea para este instrumento, ao associar benéficamente as suas especificidades. Assente na investigação, consegue-se obter resultados equiparáveis a outras práticas musicais contemporâneas, sem perder a história e idiossincrasia do instrumento.

O órgão de tubos tem diversas possibilidades para a música contemporânea, que por sua vez, podem ser aplicadas a um órgão histórico.

Com o mesmo sistema que se usou na composição de *3 Juno* serão revisitadas as obras *1 Ceres*, *2 Pallas* e *4 Vesta*, e deste modo será finalizado este ciclo de peças para órgão de tubos e electroacústica.

BIBLIOGRAFIA

- Anderson, S. C. (Ed.) (2012) *Twentieth-Century Organ Music*. New York: Routledge.
- Andrews, H. K. (1950) *The Oxford Harmony*. London: Oxford University Press.
- Bayle, F. (1994) *Musique Acousmatique*. Paris: Buchet/Chastel, INA-GRM.
- Blackburn, A. (2011) *The Pipe organ and Real-time digital signal processing*. (Doctoral diss.). Melbourne: Griffith University.
- Broman, P. (1997) *Bengt Hambraeus' Notion of World Music: Philosophical and aesthetical boundaries*. (Master diss.). Québec: McGill University Montreal.
- Chion, M. (1983) *Guide des Objets Sonores: Pierre Schaeffer Et La Recherche Musicale*. Paris: Buchet/Chastel.
- Emmerson, S. (1986) *The Language of Electroacoustic Music*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, Macmillan Publishers Limited, 1986
- Gjerde, L. (2013) *The Forbidden Organ Concert: Egil Hovland's Elementa pro Organo in Context*, (Doctoral. diss.), New York: Eastman School of Music, University of Rochester.
- Harrison, J. (2011) *The Final Frontier?: Spatial strategies in acousmatic composition and performance*. Toronto: eContact! Toronto ElectroAcoustic Symposium.
- Henriques, L. (2014) *Acústica Musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Klotz, H. (1965) *The organ handbook*. London: Concordia publishing house, 1965
- Ligeti, G. (1966) *Bemerkungen zu meiner orgelstück "Volumina"*. Melos 33, pp. 311-313.
- Messiaen, O. (1986) *Musique et couleur. Conversations with Claude Samuel and Olivier Messiaen*. (Thomas Glasgow, Trans.) Portland Oregon: Amadeus Press.

- Moore, A. (2016) *Sonic Art*. London: Routledge
- Morrison, S. (1998) *Skryabin and the Impossible*. em *Journal of the American Musicological Society*, vol. 51, n.º 2, pp. 283-330.
- Olson, H. (1966) *Music, Physics and Engineering*. New York: Dover.
- Owen, B. (1997) *The registration of Baroque Organ Music*. Bloomington Indiana: Indiana University Press.
- Pires, I. (2008) *Quelques réflexions sur les rapports entre l'électroacoustique et la musique instrumentale de Xenakis: La légende d'Eer et Jonchaies*. em *Electroacoustic music studies network conferences 2008 - Musique concrète - 60 years later, (EMS08) proceedings - Musique concrète - 60 years later*
- ; Jorge, R. P. (2014) *Música Acusmática - Música sem Espaço nem Tempo?* Cultural Technologies and Media Arts / CECL
- Roads, C. (2001) *Microsound*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- . (2006) *The evolution of granular synthesis: an overview of current research*. Santa Barbara: University of California.
- . (1993) *Musical Sound transformation by Convolution*. Paris: Les ateliers UPIC.
- Schaeffer, P. (2012) *In Search of a Concrete Music*. (John Dack e Christine North, Trans.) Berkeley: University of California Press.
- ; Reibel, G.; Ferreyra, B. (1998) *Solfège de l'objet sonore*. Paris: Ina-GRM.
- Smalley, D. (1997) *Spectromorphology: Explaining sound-shapes*. em *Journal Organised Sound*, vol. 2. Cambridge: Cambridge University Press.

- Snyder, K. (Ed.) (2002) *The organ as a mirror of its time North European Reflections, 1610-2000*. Oxford: Oxford University Press.
- Sousa Dias, A. (2007) *Deux contributions à la pédagogie de la musique électroacoustique et l'informatique musicale*. em *Journées d'Informatique Musicale*, Lyon: *Actes des Journées d'Informatique Musicale*.
- Stone, K. (1980) *Music Notation in the Twentieth Century*. New York: W. W. Norton & Company.
- Sumner, W. (1973) *The organ: its evolution, Principles of Construction and Use*. New York: Philosophical Library.
- Toop, R. (1999) *Györgi Ligeti*. London: Phaidon Press.
- Truax, B. (1996) *Convolution Techniques*. Vancouver: Simon Fraser University.
- Vaes, L. (2009) *Extended Piano Techniques in Theory, History and performance practice*. (Doctoral diss.) Leiden: Leiden University repository.
- Vaz, J. (2013) *Dynamics and Orchestral Effects in Late Eighteenth-Century Portuguese Organ Music: The Works of José Marques e Silva (1782-1837) and the Organs of António Xavier Machado e Cerveira (1756-1828)* em A. Wooley, J. Kitchen (Ed.) *Interpreting Historical Keyboard Music: Sources, Contexts and Performance*. Cap. 11, pp. 157-172. London: Routledge.
- Xenakis, I. (1992) *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition*. New York: Pendragon Press.
- . (2015) *The Electroacoustic Music*. M. Solomos (Ed.). Paris: Musique Philosophie. L'Harmattan.

GLOSSÁRIO

Audacity – Programa de edição de áudio com possibilidade de análise e transformação sonora. Download disponível em: <<https://www.audacityteam.org/>>

Cheios – Registo de órgão de tubos que consiste em diversas fileiras de tubos. Com característica sonora forte e brilhante.

Cluster – Conjunto de notas próximas, onde a diferença pode ser um tom ou meio tom. Usa-se a designação diatónico (se é usado as teclas brancas) ou cromático (se é usado todas as teclas) e pentatónico (se é usado as teclas pretas).

Convolução – Transformação sonora que consiste em multiplicar dois sinais sonoros. Pode-se obter um som com reverberação se um dos sinais for um impulso de resposta de uma reverberação. Se forem dois sinais distintos o resultado é uma multiplicação de todas as características sonoras de ambos.

Cubase – Sequenciador de áudio e midi da empresa Steinberg.

Filtro de pente – Transformação sonora do ramo da filtragem. Processo que retira parte de um sinal. No caso de filtro de pente, são associadas certas frequências que graficamente se aproximam da imagem de um pente.

Flautados – Registo de órgão de tubos. Existem em diversos materiais, tamanhos e formas. Característica sonora suave e usualmente usados como um som fundamental.

Fole – Mecanismo do órgão de tubos que permite o fluxo de ar dentro da caixa do órgão o qual permite que os tubos obtenham o ar necessário para soarem.

Fscape – Programa de transformação sonora que consiste em diversos tipos de convolução sonora. Download disponível em: <<http://www.sciss.de/fscape/>>

Glissando – O acto de ligar duas notas diferentes com uma mudança gradual de frequência.

Granulação – Transformação sonora que consiste em manipular pequenas parcelas de som.

Harmónico – Tipo de som produzido por alguns instrumentos. Designa-se dessa forma pois é produzido pela obtenção de um som relacionado com a série dos harmónicos. Com característica sonora suave e aflautado. No caso do órgão de tubos pode ser produzido pela técnica de meia-tecla.

Meia-tecla – O acto de variar a pressão na tecla de um órgão de tubos, de forma a obter outra gama de sons.

Meio-registo – O acto de variar a abertura de registos de um órgão de tubos, de forma a obter outra gama de sons.

Misturas – Registo de órgão de tubos que consiste em fileiras de tubos que contêm vários intervalos.

Palhetas – Registo de órgão de tubos, típico da organaria ibérica. Usualmente encontra-se na horizontal na fachada do órgão e daí o seu nome, palhetas horizontais.

Paulstretch – Programa de transformação sonora que consiste na modificação em níveis extremos da duração de um sinal. Download disponível em: [<http://hypermammut.sourceforge.net/paulstretch/>](http://hypermammut.sourceforge.net/paulstretch/)

Pesos – Artífice usado para sustentar a tecla indefinidamente, através de o recurso de um objecto pesado.

Pisantes – Artíifice usado em órgão de tubos para modificar a registação. Em órgão ibéricos é usado para anular a combinação de cheios e palhetas.

Pure Data – Linguagem de programação visual por nódulos. Download disponível em: <<https://puredata.info/>>

Room EQ Wizard – Programa que permite diversas análises e correcções de acústica de salas. Download disponível em: <<https://www.roomeqwizard.com/>>

Teclado a tracção – Um sistema totalmente mecânico associado ao teclado de órgão de tubos. Este sistema permite o total controle da pressão da tecla.

USSS Tool kit – Conjunto de ferramentas de programação e transformação sonora para a linguagem Pure Data, desenvolvido e utilizado pela Universidade de Sheffield. Download disponível em: <<https://www.sheffield.ac.uk/uss/ussstools>>

Apêndice B

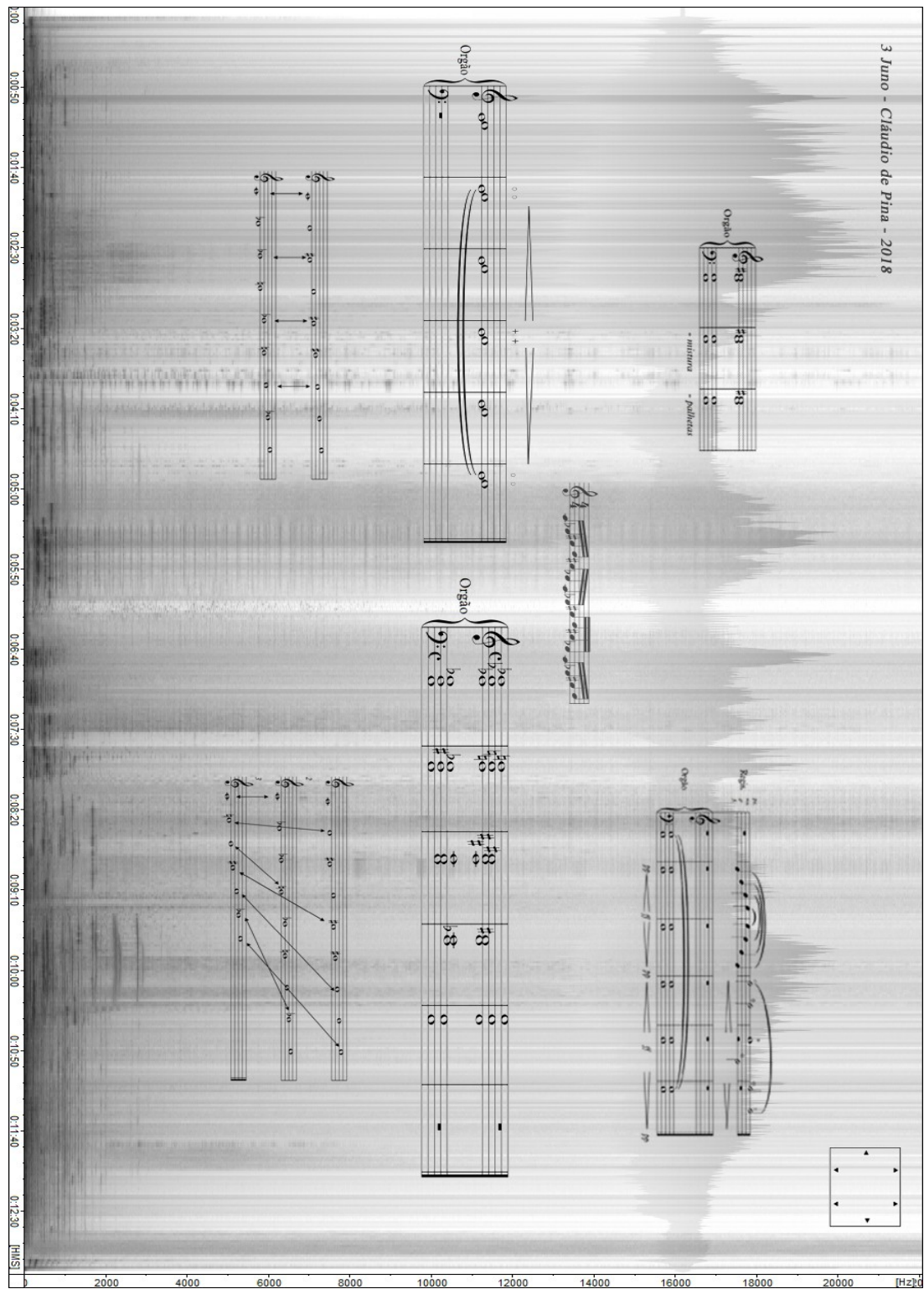


fig. 23: Partitura gráfica de 3 *Juno*.